
القائد
حاتم أسامة
في الأحياء
2 ثانوي
الترم الأول
إعداد : حاتم أسامة
0100 98 24 752


الفصل 1
عنوان الفصل
التغذية و الهضم

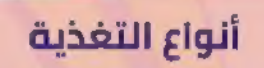
التغذية و الهضم

التغذية

هى الدراسة العلمية للغذاء والطرق المختلفة التى تتغذى بواسطتها الكائنات الحية .

أهمية الغذاء للكائن الحي

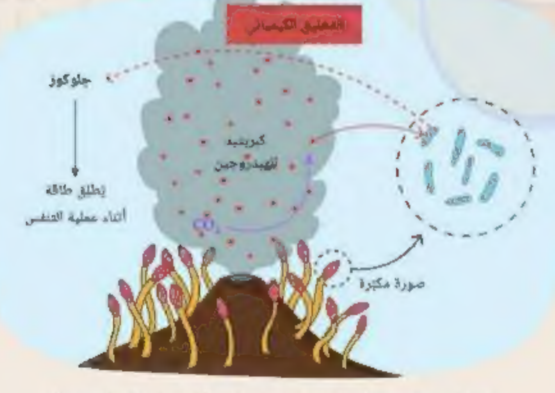
١. الطاقة اللازمة لاتمام جميع العمليات الحيوية فى جسم الكائن الحى .
٢. هو المادة الخام لنمو الجسم وتعويض ما يتلف من أنسجة .



أنواع التغذية

أولا : التغذية الذاتية :

فى الكائنات ذاتية التغذية مثل النباتات الخضراء و بعض أنواع البكتيريا التى تقوم باستغلال المواد الاولية غير العضوية بسيطة التركيب منخفضة الطاقة (ثانى اكسيد الكربون - الاملاح المعدنية - الماء) التى تحصل عليها من البيئة المحيطة وتحولها عبر عملية تسمى البناء الضوئى الى مواد عضوية معقدة التركيب عالية الطاقة (السكر - النشا - الدهون - البروتين)



الشكل 2. شكل يوضح كيف تصنع الكائنات الذاتية التغذية الكيميائية الجلوكوز من كبريتيد الهيدروجين من خلال عملية التخليق الكيميائي.

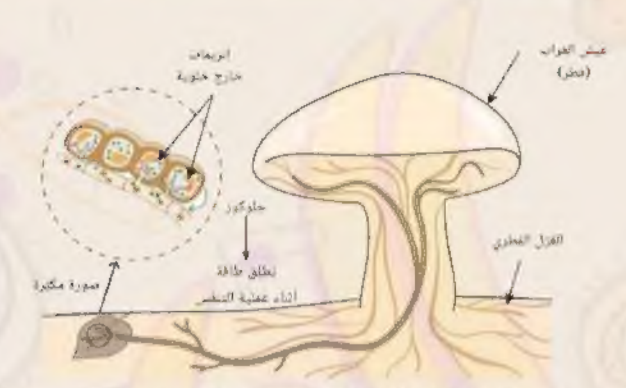


الشكل 1. رسم يوضح مثالاً لكائن ذاتي التغذية: نبات عباد الشمس. تجري هذا النبات عملية البناء الضوئي لصنع الجلوكوز لاستخدامه في التنفس الخلوي لاطلاق الطاقة.

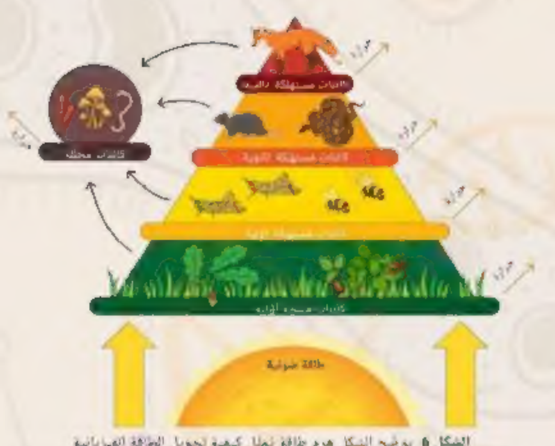
ثانيا : التغذية غير الذاتية : وذلك فى الكائنات غير ذاتية التغذية التى تحصل على غذائها من المواد عالية الطاقة من خلال النباتات او الحيوانات .

تقسيم الكائنات غير ذاتية التغذية :

1. **عضوية :** مثل اكلات العشب – اكلات اللحوم – متنوعة الغذاء.
2. **رمية :** مثل البكتيريا الرمية – بعض الفطريات.
3. **طفيلية :** مثل االبلهاريسيا و نبات الهالوك.



الشكل 4: شكل يمثل التغذية الرمية بواسطة فطر يستخدم الإنزيمات خارج الخلوية في هضم الجزيئات وامتصاصها من ورقة ميتة متحللة. ويتكون الغزل الفطري بواسطة خلايا الفطريات المنتظمة في تراكيب خيطية طويلة.



الشكل 6: يوضح الشكل هرم طاقة يمثل كيفية تحويل الطاقة الفيزيائية بواسطة الكائنات الذاتية التغذية إلى مواد عضوية يتغذى عليها جميع الكائنات غير الذاتية التغذية او رتبات التغذية بطريقة مباشرة أو غير مباشرة

التغذية الذاتية فى النباتات الخضراء

تتم التغذية الذاتية فى النباتات الخضراء من خلال **عمليتان اساسيتان هما :**

- **أولا :** عملية امتصاص الماء والاملاح .
- **ثانيا :** عملية البناء الضوئى .





الشكل 1: مخطط لنبات الطماطم يوضح التركيب العام لأحد النباتات الزهرية. الأعضاء الأساسية للنباتات الزهرية هي الجذور والساق والأوراق.

الشكل 2: جذور النبات، مع التركيز على خلية شعيرة جذرية واحدة. تمتد خلية الشعيرة الجذرية عبر التربة لامتصاص الماء والمعادن

عملية امتصاص الماء و الأملاح

- تتم فى النباتات الراقية عن طريق الشعيرات الجذرية ثم تنتقل من خلية الى اخرى فى اتجاه الاوعية الناقلة .

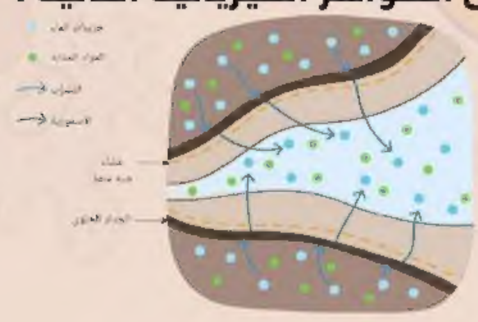
الشعيرة الجذرية

- هى امتداد لخلية واحدة من خلايا البشرة ويصل طولها الى ٤ مم .
- هى مبطنة من الداخل بطبقة رقيقة من السيتوبلازم .
- بها نواة وفجوة عصارية كبيرة .
- تركيز العصارة بها اكبر من تركيز محلول التربة .
- عمر الشعيرة الجذرية لا يتجاوز بضعة ايام او اسابيع لأن خلايا البشرة تتمزق بين حين واخر وتعوض باستمرار من منطقة الاستطالة .
- **ملائمة الشعيرات الجذرية لوظيفتها**

١. كثرة عددها وامتدادها للخارج يزيد من مساحة سطح الامتصاص الماء و الأملاح.
٢. جدرها رقيقة لتسمح بنفاذ الماء والاملاح خلالها.
٣. تفرز مادة لزجة تساعدها على التغلغل والانزلاق بين حبيبات التربة والالتصاق بها لتثبيت النبات
٤. تركيز المحلول داخل فجوتها العصارية اكبر من تركيز محلول التربة مما يساعد على انتقال الماء من التربة اليها.

- **ألية امتصاص الماء :** تعتمد الية امتصاص الماء على الظواهر الفيزيائية التالية :

١. خاصية الانتشار
٢. الخاصية الاسموزية
٣. خاصية النفاذية
٤. خاصية التشرب



الشكل 3: مخطط يوضح شكلاً مصغرا لحركة الماء من منطقة تركيز المواد الذائبة فيها منخفض نسبيا (التربة) إلى منطقة تركيز المواد الذائبة فيها مرتفع نسبيا (الفجوة العصارية في خلية الشعيرة الجذرية)

أولاً : خاصية الإنتشار

هى حركة الجزيئات او الأيونات من وسط ذو تركيز عالى إلى وسط ذو تركيز منخفض نتيجة الحركة الذاتية المستمرة لجزيئات المادة المنتشرة, مثل إنتشار (نقطة حبر فى كأس ماء)

ثانياً : الخاصية الإسموزية

هى مرور الماء خلال الأغشية شبه المنفذة من وسط ذو تركيز مرتفع لجزيئات الماء (أقل تركيزاً للأملاح) إلى وسط ذوتركيز منخفض لجزيئات الماء (أعلى تركيزا للأملاح) على جانبى الغشاء.

الضغط الإسموزي

هو الضغط المسبب لانتقال الماء خلال الاغشية شبه المنفذة والذى ينشأ من وجود فرق فى تركيز المواد المذابة على جانبى الغشاء .

ثالثاً : خاصية النفاذية

هى القدرة على نفاذ المواد عبر جدر وأغشية الخلايا .

تختلف جدر واغشية الخلايا على قدرتها على النفاذية فهناك :

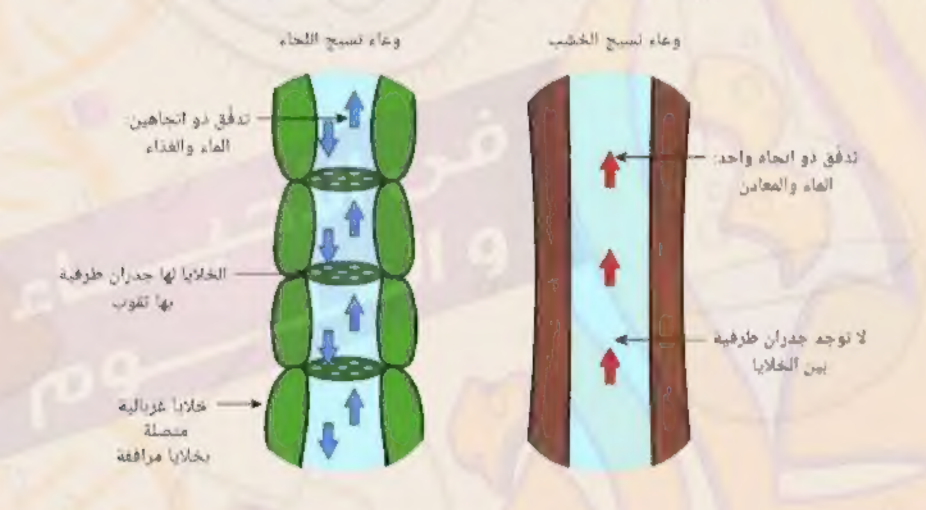
- **جدر منفذة** : الماء وايونات الاملاح المعدنية مثل الجدر السيليلوزية .
- **جدر شبة منفذة** : تنفذ الماء وتحدد نفاذ الاملاح وقد تمنع نفاذ الجزيئات كبيرة الحجم مثل السكر والاحماض الامينية وذلك بسبب ثقوبها الدقيقة جدا مثل الاغشية البلازمية .
- **جدر غير منفذة** : للماء او الاملاح مثل الجدر المغطاة بالسيوبرين والكيوتين واللجنين .

رابعاً : خاصية التشرب

هى قدرة بعض الدقائق الصلبة وخاصة الغروية منها على لامتصاص الماء فتزداد فى الحجم وتنتفخ مثل السليلوز والبكتين وبروتينات البروتوبلازم .

س كيف يمتص الجذر الماء ؟

ج - تحيط بالشعيرات الجذرية طبقة غروية تلتصق بها حبيبات التربة بما عليها من أغشية مائية وذائبات فتمتص الجدر السيليلوزية الماء بخاصية التشرب وبما ان تركيز العصير الخلوى للشعيرة الجذرية اكبر من تركيز محلول التربة لذلك ينتقل الماء بالخاصية الاسموزية الى داخل الفجوة العصارية ثم ينتقل الماء بنفس الطريقة الى خلايا القشرة وهكذا حتى يصل الى اوعية الخشب فى مركز الجذر .



الشكل 4: مقارنة بين تركيب واتجاه حركة المواد في وعاء نسيج الخشب ووعاء نسيج اللحاء.

إمتصاص الأملاح المعدنية

- يحتاج النبات إلى عناصر ضرورية غير الكربون والهيدروجين والأوكسجين يمتصها عن طريق الجذر .

ويؤدى نقص هذه العناصر إلى

أ) إختلال نمو النبات الخضرى أو توقفه .

ب) عدم تكوين الأزهار أو الثمار .

١. **مغذيات كبرى** : يحتاجها النبات بكميات غير قليلة وتشمل سبعة عناصر هى (نيتروجين , فوسفور , بوتاسيوم , كالسيوم , ماغنسيوم , كبريت , حديد) .

٢. **مغذيات صغرى (العناصر الأثرية)** : يحتاجها النبات بكميات صغيرة جدا لا تزيد عن بضع ملليجرامات فى اللتر وتسمى لذلك بالعناصر الأثرية , وهى (المنجنيز , الخارصين , البورون , الألمونيوم , الكلور , النحاس , اليود , المولبيدنيم)

أهميتها : تعمل كمنشطات للأنزيمات .

آلية امتصاص الأملاح

تنتشر دقائق الذائبات (الأملاح) مستقلة عن الماء وعن بعضها البعض إلى النبات على صورة أيونات :

- موجبة (كاتيونات) مثل K^{++} , Ca^{++} .
- سالبة (أنيونات) مثل CL^- , NO_3^- , SO_4^- .

ويتم ذلك بالطرق الأتية

١. **الانتشار** : من محلول التربة وتنفذ إلى داخل الجدران السليلوزية المبتلة .

٢. **التبادل الأيونى** : مثل خروج Na^+ من الخلية ودخول أيون البوتاسيوم K^+ بدلا منه .

- يحدث التبادل بين كاتيون وكاتيون أو أنيون وأنيون ولا يتم التبادل بين كاتيون وأنيون والعكس .

٣. **النفاذية الإختيارية** :

- عندما تصل الأيونات إلى الغشاء البلازمى ينتخب النبات ما يحتاجه من أيونات بصرف النظر عن حجمها أو تركيزها أو شحنتها وينفذها دون غيرها .

٥. **النقل النشط** :

- هو حركة أى مادة خلال غشاء الخلية عندما يلزمها طاقة كيميائية ويحدث هذا ضد التدرج فى التركيز لذلك يلزم طاقة لإجبار الأيونات على الإنتشار داخل الخلية ضد التدرج فى التركيز .

مصدر الطاقة اللازمة للنقل النشط : الطاقة الكيميائية الناتجة عن تنفس الجذر .

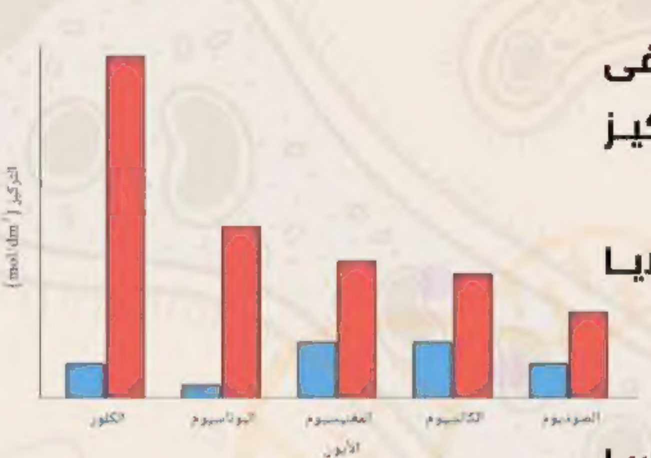
تجارب النقل النشط

تجربة طحلب النيتلا :

وهو طحلب يعيش فى ماء البرك , نلاحظ :

١. تركيز أيونات العناصر المختلفة المتراكمة فى العصير الخلوى لخلايا الطحلب أعلى من تركيز ماء البرك .

٢. تركيز بعض الأيونات المتراكمة فى خلايا الطحلب تختلف عن الأخرى .



الشكل 2: تمثيل بياني يقارن تركيز الأيونات المختلفة في الماء المحيط بخلايا طحالب النيتيلا. جميع التركيزات في الماء أقلّ من التركيزات في خلايا الطحالب.

الإستنتاج :

١. مما يدل ذلك على أن الأيونات تمتص إختياريا حسب حاجة الخلية .

٢. حدوث نقل نشط واستدعى ذلك أن تستهلك الخلية طاقة لإمتصاص هذه الأيونات التى أجبرت على الإنتشار ضد التدرج فى التركيز .

ثانيا : عملية البناء الضوئي

أماكن حدوث عملية البناء الضوئى

(١) الأوراق الخضراء :

- المراكز الرئيسية لعملية البناء الضوئى وذلك لإحتوائها على بلاستيدات خضراء .

(٢) السيقان العشبية الخضراء :

- تساهم بقدر ما فى عملية البناء الضوئى لإحتوائها على أنسجة كلورنشمية بها بلاستيدات خضراء .

تركيب البلاستيدة الخضراء

تبدو البلاستيدات الخضراء فى النبات الراقى على شكل **عدسة محدبة** ككتلة متجانسة تحت الميكروسكوب الضوئى ونجدها تحت **الميكروسكوب الإلكترونى**

تتكون من :

١. غشاء خارجى مزدوج رقيق :

يحيط بالبلاستيدة من الخارج و سمكه حوالى **١٠ نانومتر** .

٢. النخاع (ستروما) : ويتركب من مادة بروتينية عديمة اللون .

٣. حبيبات النشا : تنتشر فى النخاع بأعداد كبيرة صغيرة الحجم وتتحلل الى سكر ينتقل الى اعضاء اخرى تحت ظروف معينة .

٤. الجرانا :

تنتشر فى النخاع وهى قرصية الشكل ويبلغ قطر الحبيبة حوالى **٠,٥ ميكرون** وسمكها حوالى **٠,٧ ميكرون** وتنتظم فى عقود تمتد بداخل البلاستيدة .

تتركب الحبيبة الواحدة من حبيبات الجرانا من **١٥ قرص** أو أكثر متراصة فوق بعضها .



الشكل 3: صورة توضح تركيب البلاستيدة الخضراء، مع تحديد التراكيب الرئيسية بها.



القرص مجوف من الداخل وتمتد حوافه خارج حدود الحبيبة لتلتقى بحواف قرص أخر فى حبيبة أخرى مجاورة وفائدة هذا التركيب والإمتداد أنه يزيد كثيرا من مساحة السطح المعرض للضوء وهى التى تختص بحمل الأصباغ التى تمتص الطاقة الضوئية .

الأصباغ في البلاستيدات

كلوروفيل أ	Chlorophyll A	لونه أخضر مزرق	نسبتهما حوالى ٧٠ ٪
كلوروفيل ب	Chlorophyll B	لونه أخضر مصفر	
زانثوفيل	Xanthophyll	لونه أصفر ليمونى	نسبته حوالى ٢٥ ٪
كاروتين	carotene	لونه أصفر برتقالى	نسبته حوالى ٥ ٪

يغلب اللون الأخضر على الأصباغ الأخرى فى البلاستيدات وذلك لارتفاع نسبة صبغة الكلوروفيل

يختص الكلوروفيل

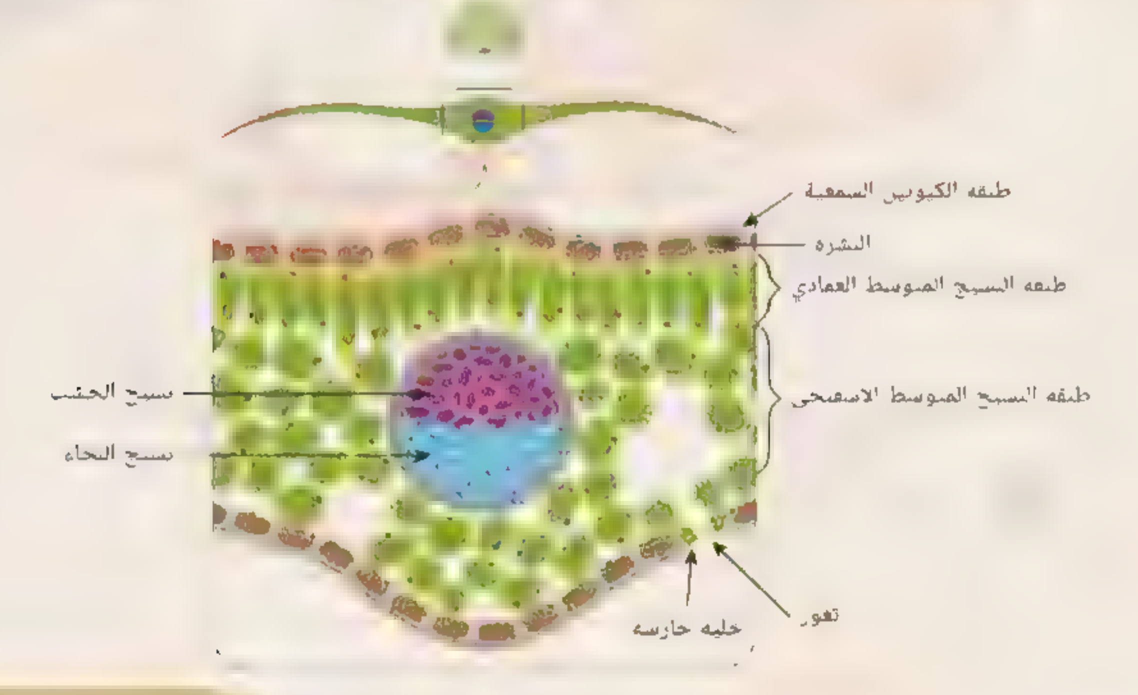
- بإمتصاص الطاقة الضوئية اللازمة لعملية البناء الضوئى .

- حبيبات النشا داخل البلاستيدات الخضراء بأعداد كبيرة وتكون صغيرة الحجم لأنها لا تلبث أن تتحلل إلى سكر لنقله إلى أعضاء أخرى تحت ظروف معينة .



- القانون الجزئ لجزئ الكلوروفيل هو : $C_{55} H_{72} O_5 N_4 Mg$
- وتوجد ذرة الماغنسيوم فى مركز الجزئ ويعتقد أن لها علاقة بقدرة الكلوروفيل على إمتصاص الضوء .

تركيب الورقة و ملائمتها لعملية البناء الضوئي



١. الشكل الخارجي :

- تنتشر الأوراق على الساق والأفرع فى نظام يعرضها لأكبر قدر من أشعة الشمس
- نصل الورقة رقيق ومفلطح مما يساعده على استقبال الضوء .
- النصل مدعم بعرق وسطى يتفرع إلى شبكة تعمل على تزويد الورقة باحتياجاتها من الماء والأملاح كما تنقل المواد الغذائية عالية الطاقة التى تجهزها الورقة .
- تغطى السطحان العلوى والسفلى للورقة طبقة من الكيوتين فيما عدا ثقوب صغيرة ضيقة تسمى الثغور لتقليل فقد الماء , وتقوم بالتبادل الغازى , وتتحكم فى كمية تبخر الماء من النبات حيث تفتح فى الضوء وتقفل فى الظلام وتتأثر بدرجة الرطوبة .

٢. التركيب التشريحى : يتميز قطاع الورقة إلى ثلاثة أنسجة رئيسية :

١) البشرتان العليا والسفلى :



الشكل 6: مخطط يوضح الثغور الموجودة في السطح السفلي لورقة. الثغور هي مسام تُفتح عندما تكون الخلايا الحارسة المحيطة مرتخية، وتغلق عندما تكون الخلايا الحارسة مملوءة بالماء ومنتفخة

تتركب كل منهما من طبقة سمكها خلية واحدة من خلايا برانشيمية تتميز بالأتى :

أ) برميلية الشكل متلاصقة خالية من الكلوروفيل .

ب) تتخللها ثغور وتزيد نسبة الثغور غالبا فى البشرة السفلى .

جـ) الجدار الخارجى للبشرة مغطى بطبقة من الكيوتين .

٢) النسيج المتوسط :

يقع بين البشرتين العليا والسفلى وتخترقه العروق ويتكون من :

أ) الطبقة العمادية (النسيج العمادى) :

تلى البشرة العليا مباشرة وتتكون من صف خلايا بارنشيمية مستطيلة الشكل عمودية على سطح البشرة ومزدحمة بالبلاستيدات الخضراء وهذا يلائم عملية البناء الضوئى كالأتى :

1. حيث الخلايا مزدحمة بالبلاستيدات الخضراء مما يزيد من كفائتها فى القيام بعملية البناء الضوئى .
2. تميل البلاستيدة لترتيب نفسها فى جزء الخلية العلوى مما يساعد على استقبال أقصى قدر من الأشعة الضوئية
3. استطالة الخلايا وتعامدها على البشرة يتيح للبلاستيدات فرصة الإبتعاد والإقتراب من السطح العلوى للورقة إذا زادت شدة الإضاءة أو قلت .

ب) الطبقة الإسفنجية :

- تقع أسفل الطبقة العمادية وتتركب من خلايا برانشيمية غير منتظمة الشكل مفككة تفصلها مسافات بينية واسعة وذلك لتعريض أكبر مسافة من أسطح جدرانها للتبادل الغازى (لتسمح بتبادل الغازات) تحتوى على بلاستيدات خضراء بنسبة أقل من الخلايا العمادية ولذا يبدو السطح العلوى للورقة أخضر داكنا بينما السطح السفلى أخضر باهتا .

٣) النسيج الوعائى :

- يتكون من عدة حزم وعائية ممتدة داخل العروق والعريقات ويحتوى العرق الوسطى على الحزمة الرئيسية فى الورقة ويدعم الحزمة من الخارج ثلاث أنواع من الأنسجة هى : نسيج كولنشيمى – نسيج بارنشيمى – نسيج اسكلرنشيمى .

بداخل الحزمة الوعائية يوجد :

١. **أوعية الخشب** توجد فى عدة صفوف تفصلها خلايا بارنشيم الخشب ويقوم بنقل الماء والأملاح إلى النسيج المتوسط

٢. **اللحاء** يقع جهة السطح السفلى للورقة .

- **ووظيفته :** يقوم بتوصيل المواد الغذائية العضوية الذائبة التى تكونت فى النسيج المتوسط إلى بقية أجزاء النبات .

آلية البناء الضوئى

مصدر الاكسجين المنطلق من عملية البناء الضوئى

- **فان نيل (عالم أمريكى)** وهو أول من أوضح مصدر الاكسجين فى عملية البناء الضوئى من خلال دراسته لبكتيريا الكبريت الخضراء والأرجوانية وهى بكتيريا **تتميز بالأتى :**

١. **ذاتية التغذية :** لانها تحتوى على كلوروفيل بكتيرى **(أبسط تركيب من الكلوروفيل العادى)** .

٢. **تعيش فى طين البرك والمستنقعات :** حيث يتوافر كبريتد الهيدروجين فتستعمله البكتيريا كمصدر للهيدروجين اللازم لاختزال CO_2 لبناء المواد الكربوهيدراتية ويتحرر الكبريت وقد إفترض فان نيل أن الضوء يحلل H_2S إلى S ، H_2 .

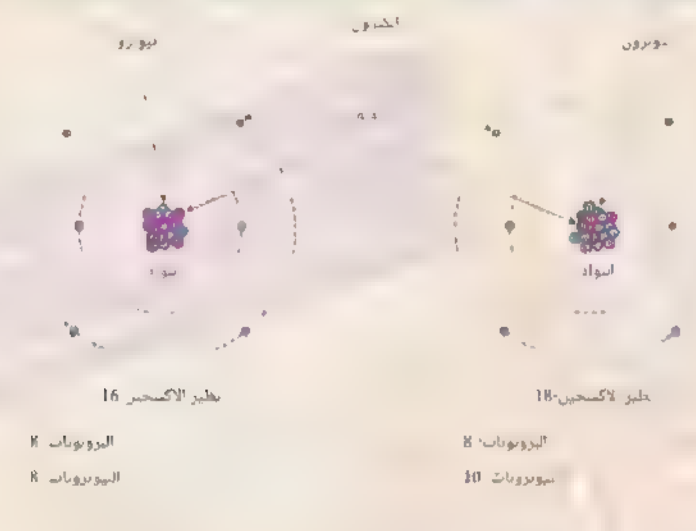
٣. **يستعمل الهيدروجين الناتج :** من المركب الكبريتى H_2S فى تفاعلات لا ضوئية لإختزال ثانى أكسيد الكربون إلى كربوهيدرات كما فى المعادلة الآتية :

$$6CO_2 + 12\,H_2S \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 6\,H_2O + 12\,S$$

- إفترض فان نيل أن عملية البناء الضوئى فى النباتات الخضراء تكون مشابهة لما يحدث فى بكتيريا الكبريت مع فرق واحد هو أن الضوء يحلل الماء إلى هيدروجين وأوكسجين , ويستعمل الهيدروجين الناتج فى إختزال CO_2 فى سلسلة من التفاعلات لا تحتاج إلى وجود الضوء لإنتاج الكربوهيدرات .
- كما إفترض فان نيل أن الأوكسجين المتحرر يأتى من الماء [مثل الكبريت (فى حالة البكتيريا) الذى يتحرر من H_2S] كما فى المعادلة الأتية :

$$6CO_2 + 12\,H_2O \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 6\,H_2O + 6O_2$$

إثبات أن الماء هو مصدر الأوكسجين المتصاعد من عملية البناء الضوئى :



شكل 1 مقارنة مبسطة للتركيب الذرى لنظير الاكسجين-16 ونظير الأكسجين-18 يحتوى نظير الاكسجين-18 على نيوترونين إضافيين فى نواته مقارنة بالأكسجين-16

- أثبت فريق من العلماء أن الماء هو مصدر الأوكسجين المتصاعد فى عملية البناء الضوئى بتجارب على الطحلب الأخضر المسمى (كلوريلا) كما يلى .

التجربة على طحلب الكلوريللا

- قاموا بتوفير جميع الظروف الملائمة لعملية البناء الضوئى للطحلب مع استعمال ماء به نظير الأوكسجين المشع O^{18} بدلا من O^{16} أما CO_2 فكان به أوكسجين عاديا O^{16} .
- المشاهدة كان الأوكسجين الناتج من عملية البناء الضوئى كله من نوع النظير O^{18} المشع .

الإستنتاج : الأوكسجين المنطلق مصدره الماء وليس CO_2 .

$$6CO_2^{16} + 12\,H_2O^{18} \xrightarrow{\text{ضوء}} C_6H_{12}O_6^{16} + 6\,H_2O^{16} + 6O_2^{18}$$

تجربة تأكيدية : عند إعادة التجربة السابقة بإستعمال ماء عادى H_2O^{16} ، CO_2 يحتوى على أوكسجين O^{18} .

المشاهدة : كان الأوكسجين الناتج من عملية البناء الضوئى كله O^{16} .

الإستنتاج : يؤكد ذلك أن مصدر الأوكسجين الناتج هو الماء وليس CO_2 .

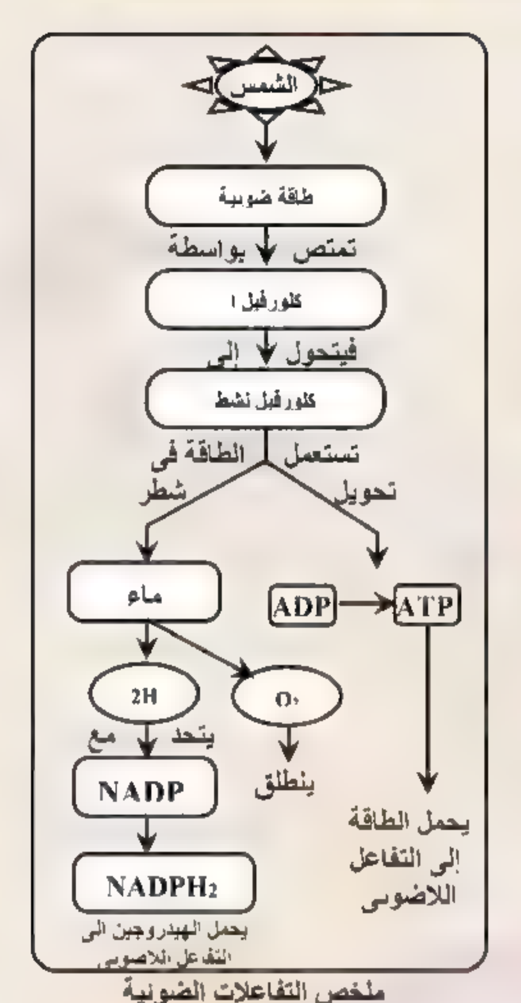
$$6CO_2^{18} + 12\,H_2O^{16} \xrightarrow[\text{كلوروفيل}]{\text{ضوء}} C_6H_{12}O_6^{18} + 6\,H_2O^{18} + 6O_2^{16}$$

التفاعلات الضوئية واللاضوئية

- أثبت بلاكمان من خلال تجاربه التى درست فيها العوامل المحددة للبناء الضوئى أن عملية البناء الضوئى تنقسم إلى :

التفاعلات الضوئية	التفاعلات اللاضوئية (تفاعلات الظلام)
١. تحدث على سطوح أغشية الجرانا .	١. تحدث فى الستروما .
٢. تكون حساسة للضوء .	٢. تكون حساسة لدرجة الحرارة .
٣. يكون الضوء هو العامل المحدد لسرعة العملية .	٣. تكون درجة الحرارة هي العامل المحدد لسرعة العملية ولا تتأثر بالضوء .
٤. تحدث فى الضوء .	٤. تحدث فى الضوء والظلام .

أولا : التفاعلات الضوئية :



ملخص التفاعلات الضوئية

١) عندما يسقط الضوء على الكلوروفيل الموجود فى الجرانا فى البلاستيدات الخضراء .

٢) تكتسب إلكترونات ذرات جزئ الكلوروفيل لطاقة وتتحرك من مستوياتها الأقل فى الطاقة إلى مستويات أعلى فى الطاقة , وتختزن بذلك طاقة الضوء الحركية كطاقة وضع كيميائية فى الكلوروفيل , وتسمى عندئذ جزيئات الكلوروفيل بالمنشطة أو المثارة .

٣) عندما تتحرر الطاقة المختزنة تهبط الإلكترونات إلى مستوى الطاقة الأصلى ويصبح الكلوروفيل غير نشط يمكنه إمتصاص الضوء مرة أخرى .

٤) جزء من الطاقة المتحررة من الكلوروفيل المنشط يستخدم فى شطر جزئ الماء إلى هيدروجين وأوكسجين .

٥) يختزن جزء من طاقة الكلوروفيل المنشط فى جزئ ATP وذلك بإتحاد جزئ ADP الموجود فى البلاستيدة الخضراء مع مجموعة فوسفات بواسطة رابطة ذات طاقة عالية و يسمي هذا الفسفرة الضوئية كما يلى :

$$ADP + P \xrightarrow{\text{طاقة من الكلوروفيل}} ATP$$

٦) يتحد الهيدروجين الناتج من إنشطار جزئ الماء مع مساعد إنزيم موجود فى البلاستيدة الخضراء يرمز له NADP ويكون NADP H2 وبذلك لا يعاد إتحاد الهيدروجين ثانية مع الأوكسجين .

٧) ينطلق الأوكسجين المتحرر من إنشطار الماء كناتج ثانوى .



ATP هو مركب يسمى أدينوسين ثلاثى الفوسفات ويتكون من الأدينين وسكر الريبوز وثلاث مجموعات فوسفات بينهم رابطتين عاليتى الطاقة ويعتبر ATP هو عملة الطاقة فى الخلية .



ADP هو مركب يسمى أدينوسين ثنائى الفوسفات يحتوى على مجموعتى فوسفات بينهم رابطة واحدة عالية الطاقة.

NADP هو مركب يسمى فوسفات أميد النيكوتين ثنائى النيكلوتيد, وهو مستقبل الهيدروجين.

ثانيا : التفاعلات اللاضوئية

هى مجموعة التفاعلات التى تحدث فى الستروما وفيها يتم تثبيت غاز CO_2 بإتحاده مع الهيدروجين المحمول على مركب NADP H_2 وبمساعدة الطاقة المختزنة فى جزئ ATP وبذلك تتكون المواد الكربوهيدراتية .



شكل 2: شكل يوضح جهزًا استخدمه كالفن تعرضت الطحالب لومضة سريعة من الضوء لبدء عملية البناء الضوئي قبل وضعها في كأس زجاجية تحتوي على كحول ساخن لإيقاف العملية.

تجربة العالم ميلفن كالفن ومساعدوه لإثبات حدوث التفاعلات اللاضوئية

١. وضعوا طحلب الكلوريللا فى الجهاز المبين بالرسم .
٢. أمدوا الطحلب بغاز CO_2 به C^{14} كربون مشع .
٣. عرض الطحلب لضوء مصباح لعدة ثوانى ليسمح بحدوث عملية البناء الضوئى .
٤. وضع الطحلب بعد ذلك فى كأس به كحول ساخن (لماذا) لقتل الخلية ووقف التفاعلات البيوكيميائية .
٥. فصلوا بعد ذلك المركبات التى تكونت خلال عملية البناء الضوئى بطرق خاصة وكشفوا فيها عن الكربون المشع بعداد جيجر .

نتيجة التجربة

- عندما استمرت عملية البناء الضوئى لمدة ثانيتين فقط تكون مركب ذو ثلاث ذرات كربون هو فوسفوجليسرالدهيد PGAL

فوسفوجليسرالدهيد PGAL :

١. هو أول مركب ثابت كيميائيا ينتج عن عملية البناء الضوئى .
٢. يمكن أن يستعمل لبناء الجلوكوز والنشا والبروتينات والدهون .
٣. يمكن أن يستعمل كمركب عالى الطاقة فى التنفس الخلوى (فى الميتوكندريا)



أوضح كالفن أن تكوين المركب سداسى الكربون ($C_6H_{12}O_6$) لا يتم فى خطوة واحدة بل من عدة تفعلات وسيطة حفزتها إنزيمات خاصة .

الجهاز الهضمي في الإنسان

الجهاز الهضمي

الجهاز الهضمي قناة طويلة ومتعرجة تبدأ بالفم وتنتهي بفتحة الشرج. **وهو الجهاز المسؤول عن هضم الأغذية** حيث يحول جزيئات الغذاء المعقدة والكبيرة إلى جزيئات أصغر قابلة للامتصاص؛ أي تستطيع النفاذ عبر الأغشية الخلوية. وتتم هذه العملية **بواسطة تأثيرات ميكانيكية** تحدث بفعل **العضلات والأسنان** **وتأثيرات كيميائية تحفزها الأنزيمات.**



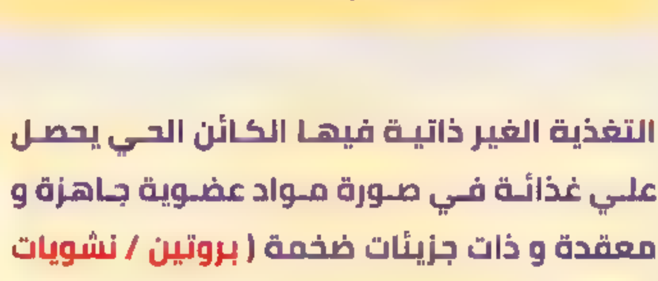
وتتضمن عملية الهضم تكسير الطعام علي مرحلتين إلى مكونات أصغر ثم أصغر والتي يمكن امتصاصها وهضمها إلى الجسم

الطعام	الهضم الجزئي	الهضم الكلي
الكربوهيدرات	السكر الثنائي	السكر الأحادي
البروتينات	عديد الببتيد	الحمض الاميني
الدهون	مستحلب دهني	أحماض دهنية + جليسرين

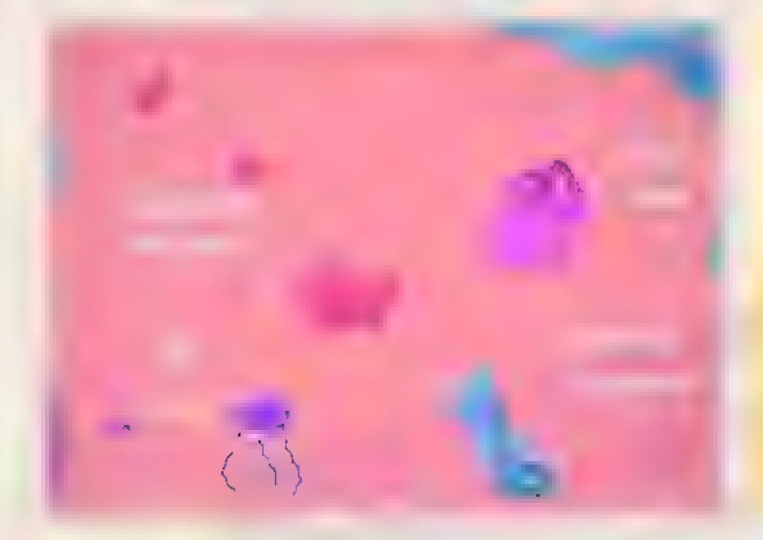
التغذية الغير ذاتية



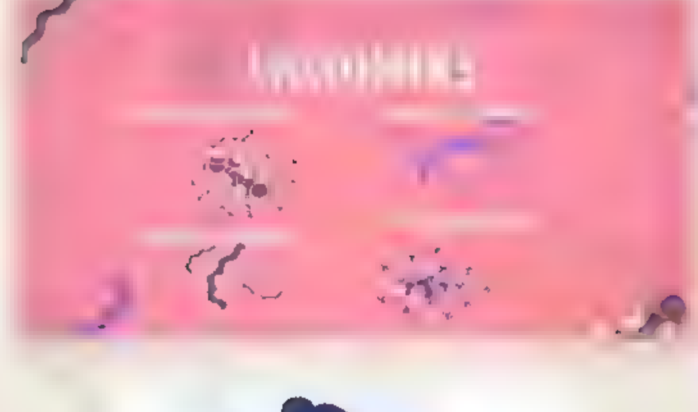
- يتغذي الإنسان يوميا تقريبا من ١ - ٢,٧ كليوجرام من الطعام
- ٣٦٥ كيلوجرام تقريبا سنويا
- ٢٨,٠٠٠ كيلوجرام تقريبا طول حياته



التغذية الغير ذاتية فيها الكائن الحي يحصل علي غذائة في صورة مواد عضوية جاهزة و معقدة و ذات جزيئات ضخمة (بروتين / نشويات / دهون)



لا تستطيع أن تنفذ خلال أغشية الكائن الحي ليستفيد منها إلا بعد تكسيرها لجزيئات أصغر حجما و ابسط تركيبا (أحماض أمينية / جلوكوز / أحماض دهنية و جليسرين) .



هذه الجزيئات صغيرة و يسهل امتصاصها و دخولها إلي الخلية بالانتشار أو النقل النشط فتستعملها كمصادر للطاقة أو للبناء و استمرار النمو .

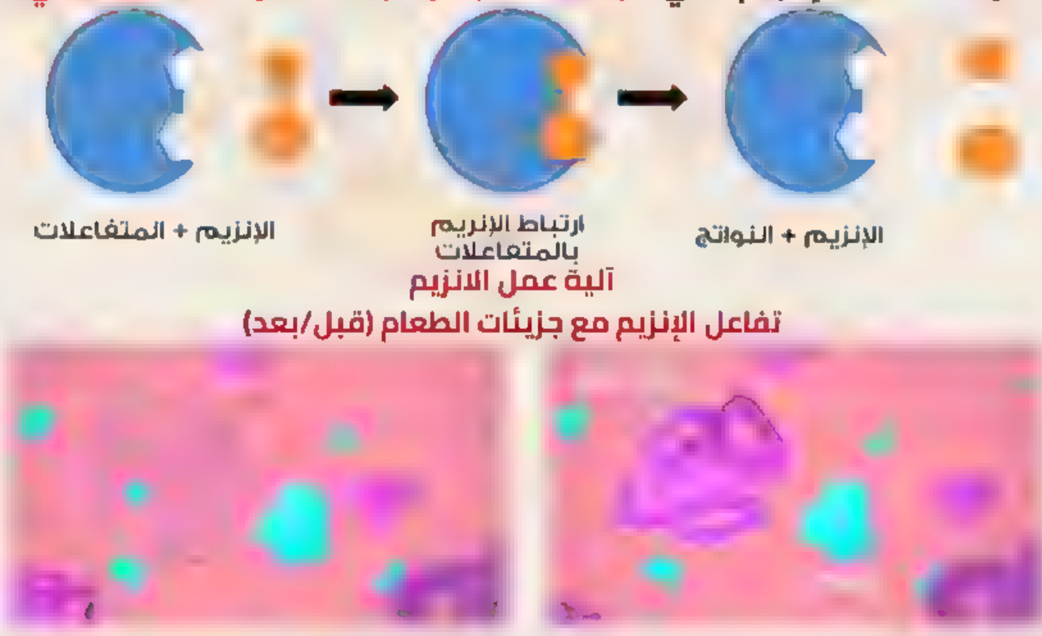
الهضم : تحويل جزيئات الطعام الكبيرة (بوليمرات) إلي جزيئات صغيرة (مونيمرات) بواسطة التحلل المائي و يساعد علي ذلك عمل الإنزيمات .



- الغذاء :
- يحصل الإنسان من خلالة علي الطاقة اللازمة لتسيير أنشطته الحيوية .
- نمو الجسم .
- تجديد نمو الخلايا و الأنسجة .

الأنزيمات

- **الإنزيم** : مادة بروتينية له خصائص العوامل المساعدة نتيجة لقدرته علي التنشيط المتخصص .
- كل إنزيم يحفز إحدي التفاعلات الكيميائية المعينة .
- هذا التفاعل يعتمد علي تركيب الجزئ المتفاعل و شكل الإنزيم .
- عندما يتم التفاعل تنفصل الجزيئات الناتجة عن الإنزيم تاركة إياه بالصورة التي كان عليها قبل التفاعل .
- الإنزيمات لا تؤثر علي نواتج التفاعل بل تعمل فقط كعامل حفاز يزيد من معدل التفاعل حتي يصل إلى حالة اتزان .
- بعض الإنزيمات قد يكون لها تأثير عكسي فنفس الإنزيم الذي يساعد علي تكسير جزئ معقد إلي جزيئين ابسط, يستطيع ان يعيد ربط الجزيئين إلي نفس الجزئ المعقد .
- بعض الإنزيمات تفرزها الخلية في حالة غير نشطة لذلك لابد من وجود مواد خاصة لتنشيطها
- مثلا : إنزيم الببسين يفرز بواسطة المعدة كمادة غير نشطة هي الببسينوجين التي تتحول في وجود حمض الهيدروكلوريك إلي الببسين النشط .
- تعتمد درجة نشاط الإنزيم علي درجة الحرارة و درجة الأس الهيدروجيني .



آلية عمل الانزيم

تفاعل الإنزيم مع جزيئات الطعام (قبل/بعد)

الهضم فى الإنسان

الهضم في الانسان يحدث علي (٤) مراحل أساسية :





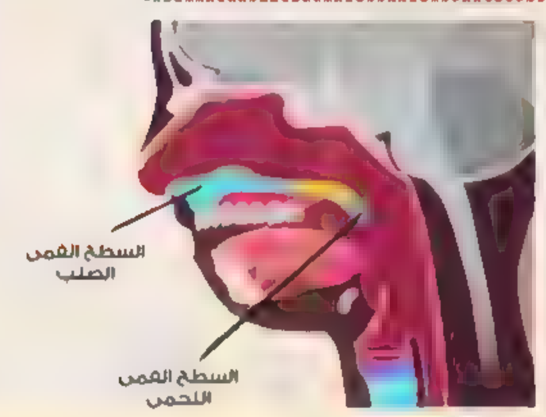
يتركب الجهاز الهضمي في الإنسان من قناة هضمية تمتد من الفم حتي الشرج و تتكون من :

- ❑ الفم .
- ❑ البلعوم .
- ❑ المرئ .
- ❑ الأمعاء الدقيقة .
- ❑ الأمعاء الغليظة .
- ❑ المستقيم
- ❑ الشرج .
- ❑ غدد ملحقة تشمل (الغدد اللعابية / الكبد / البنكرياس) .

الهضم فى الفم

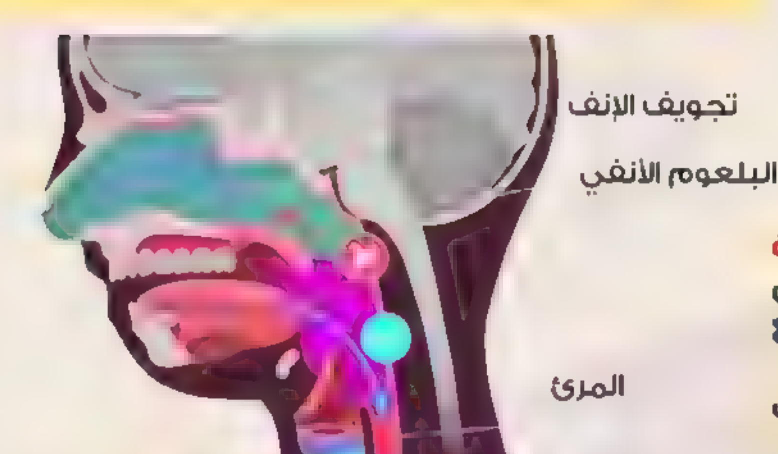
- يبدأ الجهاز الهضمي بفتحة الفم .

تشريح التجويف الفمي :



- يبطن الفم بطبقة حرشفية سميكة متعددة الطبقات تتحمل الكثير من الأحتكاك كمثل الذي يحدث أثناء مضغ أكل صلب .
- الأتجاة الخاطئ للطعام : أن يذهب إلي التجويف الأنفي و هذا ما لم يحدث .

- السطح الفمي الصلب : يوجد لكي يساعد اللسان أثناء عملية المضغ علي هرس جزيئات الطعام .
- السطح الفمي اللحمي : يقوم بغلق البلعوم الأنفي لكي يمر الطعام في الإتجاه الصحيح إلي المرئ أثناء البلع .



التجويف الفمى

الشفه
اللثة
سطح الفم الصلب
سطح الفم الصلب
لسان المزمار
اللوزتان
اللسان
الأسنان

يتكون من :

- الاسنان (٣٢) للإنسان البالغ
- قواطع : عددهم (٨) تقوم بتقطيع الطعام .
- أنياب : عددهم (٤) تقوم بتمزيق الطعام .
- ضروس : عددهم (٢٠) تقوم بطحن الطعام .

و ذلك لتسهيل عملية الهضم .

اللسان

اللسان : عضلة متحركة تقوم بتقليب الطعام داخل الفم و مزجة باللعاب كما يساعد في عملية البلغ .

تعتبر عملية البلع فعل منعكس منسق يتم دفع الطعام من الفم للمرئ و أثناء مروره ترتفع قمة القصبة الهوائية امام لسان المزمار فتسد فتحتها .

يوجد أيضا في التجويف الفمي :

ثلاث ازواج من الغدد اللعابية (تفتح بقنوات في التجويف الفمي لتصب اللعاب الذي يحتوي علي المخاط الذي يلين الطعام و يسهل انزلاقه) .



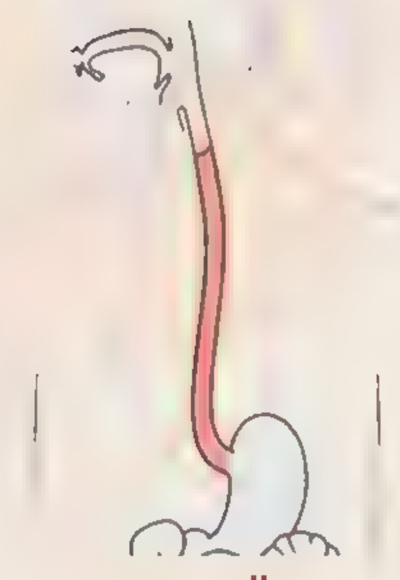
- إنزيم الأميليز المسمي (بالتيالين) الذي يعمل في وسط قلوي ضعيف و هو يحلل النشا مائيا إلي سكر ثنائي (المالتوز " سكر الشعير ") .
- يوجد في مؤخرة الفم البلعوم حيث تمتد منه انبوبتان الأولي المرئ و الثانية القصبة الهوائية الذي تعتبر جزء من الجهاز التنفسي .

المريء

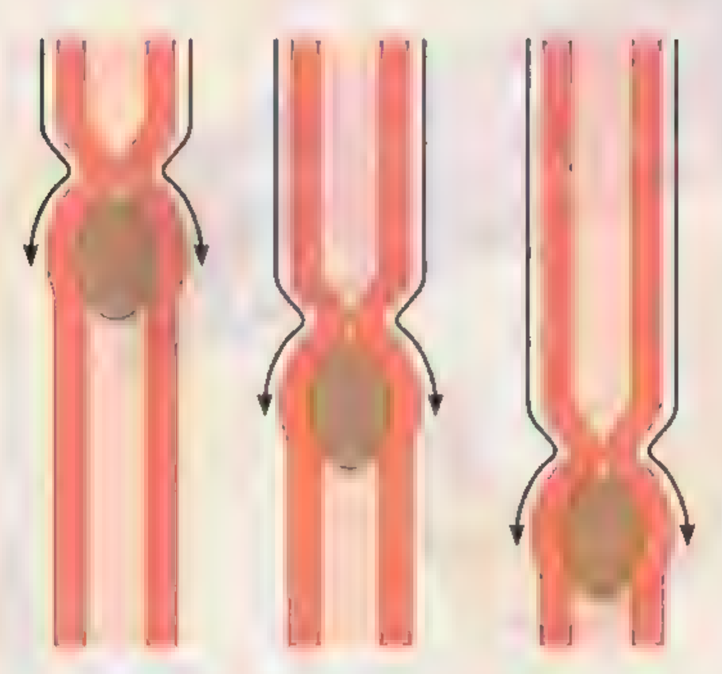
- يمر في العنق و التجويف الصدري و يمتد محاذيا للعمود الفقري بطول ٢٥ سم .
- يوجد ببطانته غدد تفرز المخاط و هو يوصل الطعام للمعدة بواسطة مجموعة من الإنقباضات و الانبساطات العضلية و التي تسمي الحركة الدودية .

الحركة الدودية

الحركة الدودية : حركة مستمرة علي طول القناة الهضمية و هي المسئولة عن دفع الطعام و خضه و عجنه مع العصارات الهاضمة .



المرئ





الحركة الدودية في المرئ

أضف إلى معلوماتك : آلية عملية البلع :



المرحلة الأولي :

- أثناء البلع تتحرك بلعة الطعام مقابل الجزء الصلب و اللين من الفم حيث يدفعة اللسان لحو البلعوم (السهم الازرق حركة اللسان, السهم الاسود حركة البلعة)

المرحلة الثانية :

- خلال مرحلة البلع يرتفع الجزء المرن لاعلي كي يسد فتحة البلعوم الانفي و يرتفع البلعوم لأعلي (الاسهم الزرقاء تشير لحركة العضلات)

المرحلة الثالثة :

- انقباض العضلات البلعومية يجبر البلعة للتحرك نحو المرئ (الاسهم الزرقاء)
- كما ان ضغط البلعة يعمل علي انحناء لسان المزمار امام فتحة الحنجرة

المرحلة الرابعة :

- تنقبض عضلات العائق البلعومي الخلفي و تنبسط عضلات المرئ مما يسمح للبلعة للدخول للمرئ

المرحلة الخامسة

- عن طريق الحركة الدودية التي تحدث في المرئ يندفع الطعام إلي المعدة

الهضم فى المعدة

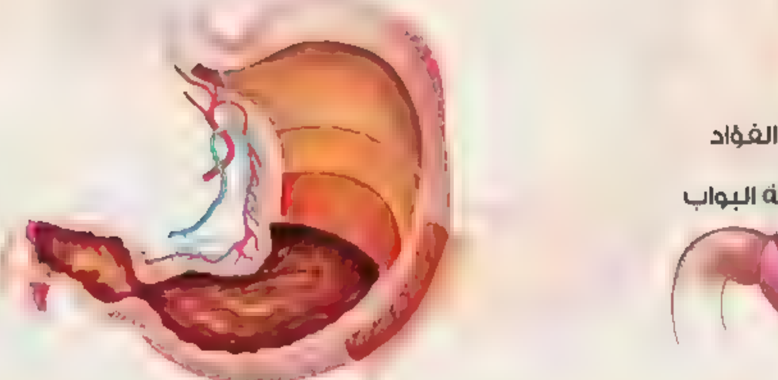
- المعدة : كيس منتفخ يفصلها عن المرئ عضلة حلقية تتحكم في فتحة الفؤاد .
- يفصلها عن الأمعاء الدقيقة عضلة حلقية عاصرة تتحكم في فتحة البواب .
- ماء بنسبة ٩٠ ٪ .

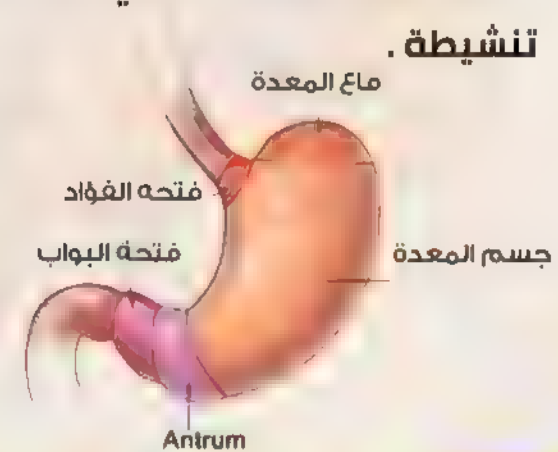
البروتينات

البروتينات هي المواد الغذائية الوحيدة التي يـؤثر عليها العصـير المعدي و هـو عبارة عن سائل عديم اللون .

تتكون من :

- حـامض الهيـدروكلوريك يعمـل هـذا الحـامض علـي جعـل وسـط المعـدة حامضـيا (Ph 1.5/2.5) فيوقف عمل إنزيم التيالين كما يعمـل علـي قتـل الميكروبـات التـي تدخل مع الطعام .
- إنزيم الببسين الذي يعمل علـي هضـم البـروتين (جزئيا) و يفـرز هـذا الإنـزيم فـي صـورة غيـر نشـطة تسـمي الببسـينوحين و يعمـل حـامض الهيـدروكلوريك علـي تنشيطة .





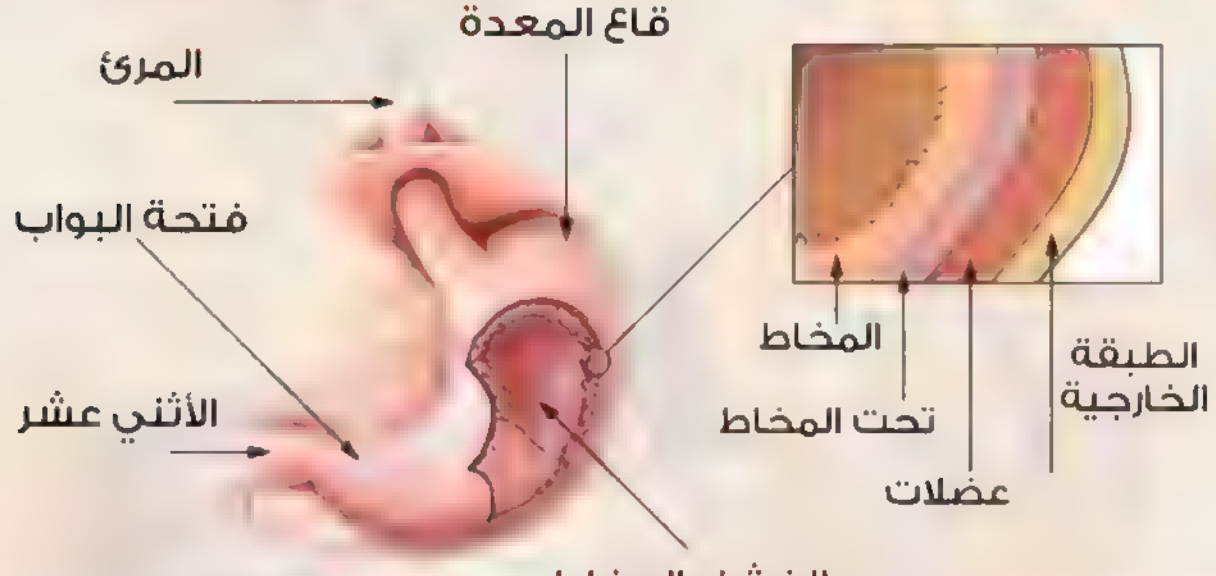
حجم معدة البشر البالغين, يشكل حجم المعدة المسترخية, الفارغة حوالي ٧٥ ميلي لتر ولأنها عضو قابل للتوسع, فإنها تتمدد عادة لتحتوي حوالي لتر واحد من الطعام. تكون معدة حديث الولادة قادرة على الاحتفاظ بحوالي ٣٠ ميلي لتر فقط, بينما يتراوح الحد الأقصى لحجم المعده عند البالغين ما بين ٢ و ٤ لترات .





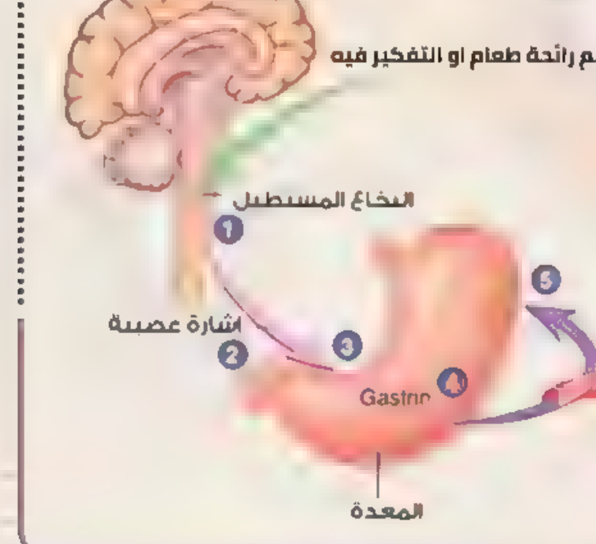
هضم البروتينات

- يعمل إنزيم الببسين النشط علي التحلل المائي للبروتين بكسر روابط ببتدية معينة من سلاسل البروتين الطويلة و يحولها إلي سلاسل قصيرة من عديدات الببتيد .
- **لماذا لا تؤثر العصارة المعدية علي الخلايا المبطنة للمعدة ؟**
- لان الافرازات المخاطية الكثيفة لجدار المعدة الداخلي تحمي المعدة من فعل هذه العصارات الهاضمة كما يتواجد إنزيم الببسينوجين في صورة غير نشطة و لا ينشط إلا بعد خروجه من خلايا المعدة إلي تجويفها بفعل حامض الهيدروكلوريك .



أضف إلى معلوماتك

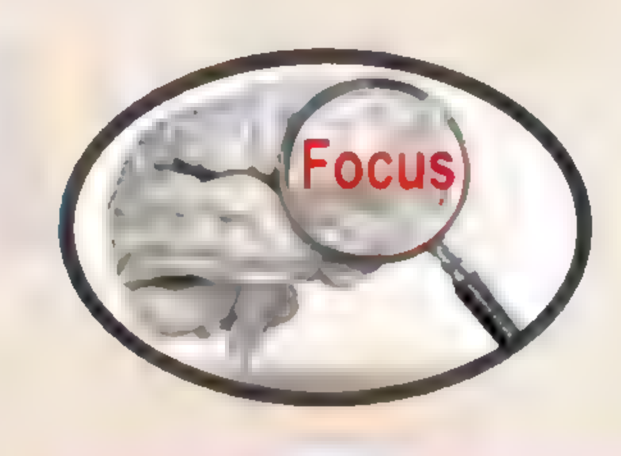
- **كيفية عمل المعدة :**



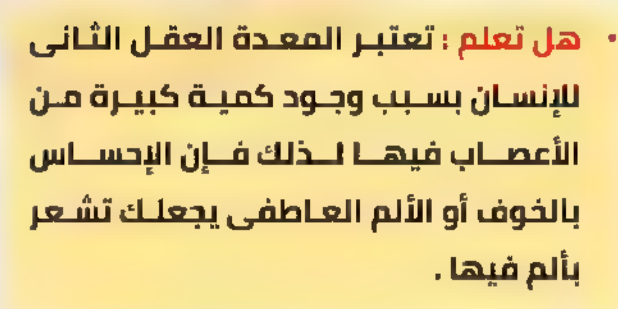
١. عند شم رائحة الطعام أو حتي التفكير فيه يذهب هذا السيال الي المخ عن طريق النخاع .
٢. يرسل المخ اشارة عصبية للمعدة .
٣. تنبه هذه الإشارة المعدة لإفراز هرمون الجاسترين .
٤. يفرز هرمون الجاسترين .
٥. يحفز هذا المعدة علي إفراز العصير المعدي و ذلك فور وصول الطعام لها .

التركيب الدقيق للمعدة (أضف إلي معلوماتك)







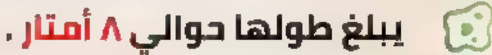


- **هل تعلم :** تعتبر المعدة العقل الثانى للإنسان بسبب وجود كمية كبيرة من الأعصاب فيها لذلك فإن الإحساس بالخوف أو الألم العاطفى يجعلك تشعر بألم فيها .

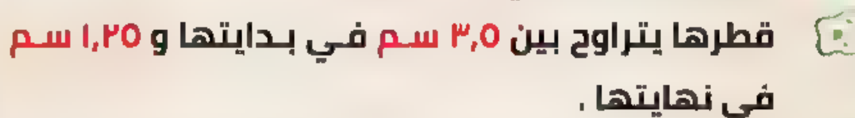
الهضم في الأمعاء الدقيقة



- تتكون الأمعاء الدقيقة من الإثني عشر و اللفائفي .



- يبلغ طولها حوالي ٨ أمتار .



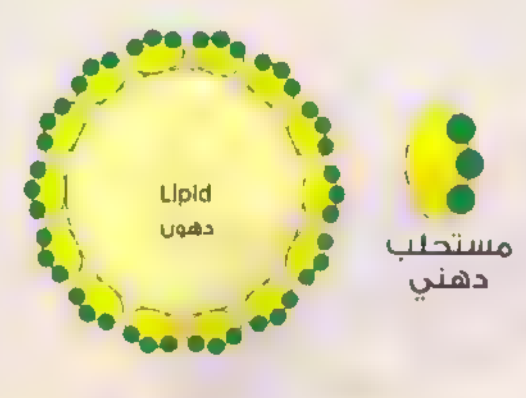
- قطرها يتراوح بين ٣,٥ سم في بدايتها و ١,٢٥ سم في نهايتها .
- تنثني علي نفسها و يربط بين التواءتها غشاء المساريقا .



العصارات التي تعمل علي هضم الطعام في الأمعاء

(1) العصارة الصفراوية :

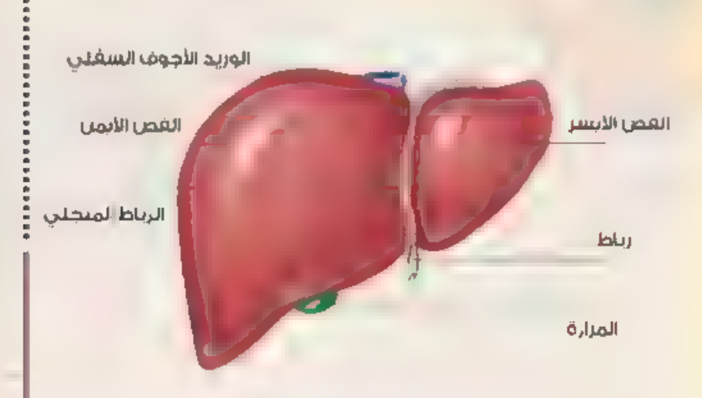
- تفرز من الكبد علي الغذاء أثناء مروره في الاثني .
- تعمل علي تحويل الدهون إلي مستحلب دهني .
- أي تجزئة الحبيبات الكبيرة إلي قطرات دهنية دقيقة فيسهل التأثير الإنزيمي علي الدهون التي لا تذوب في الماء .



الكبد

أضف إلي معلوماتك :

- الكبد أكبر أعضاء الجسم الداخلية يزن حوالي ١,٣٦ كجم .
- يوجد في الجزء الأيمن من التجويف البطني ينطوي علي الحجاب الحاجز .
- يتكون من فصين رئسيين الايمن و الايسر و إثنان من الفصوص الصغيرة .



(٢) العصارة البنكرياسية

نفرز من البنكرياس علي الإثني عشى و هي تحتوي علي ما يلي :

- بيكربونات الصوديوم : تعادل حمض HCL و تجعل الوسط قلويا (Ph 8)
- إنزيم الأميليز البنكرياسي : يحلل النشا و الجليوكوجين الي سكر مالتوز ثنائي .
- إنزيم التربسينوجين و هو غير نشط و متي وصل إلي الأثني عشر فإنه يتحول الي الصورة النشطة و هي التربسين و ذلك بفعل إنزيم الانتيروكينيز الذي يفرزة الجدار الخلوي للأمعاء الدقيقة .
- يساعد انزيم التربسين علي تكسير البروتينات إلي عديد الببتيد .
- إنزيم الليبيز : يحلل مائيا الدهون إلي أحماض دهنية و جليسرين و ذلك بعد تجزئتها بالعصارة الصفراوية .



(٣) العصارة المعوية

هذه العصارة تفرزها خلايا خاصة في جدار الأمعاء الدقيقة و تحتوي على الإنزيمات التالية التي تكمل عمل الإنزيمات السابقة في عملية الهضم النهائي للطعام .

مجموعة إنزيمات الببتديز : عدة أنواع يختص كل منها بتكسير الروابط الببتدية لتتكون في النهاية الأحماض الأمينية المختلفة .

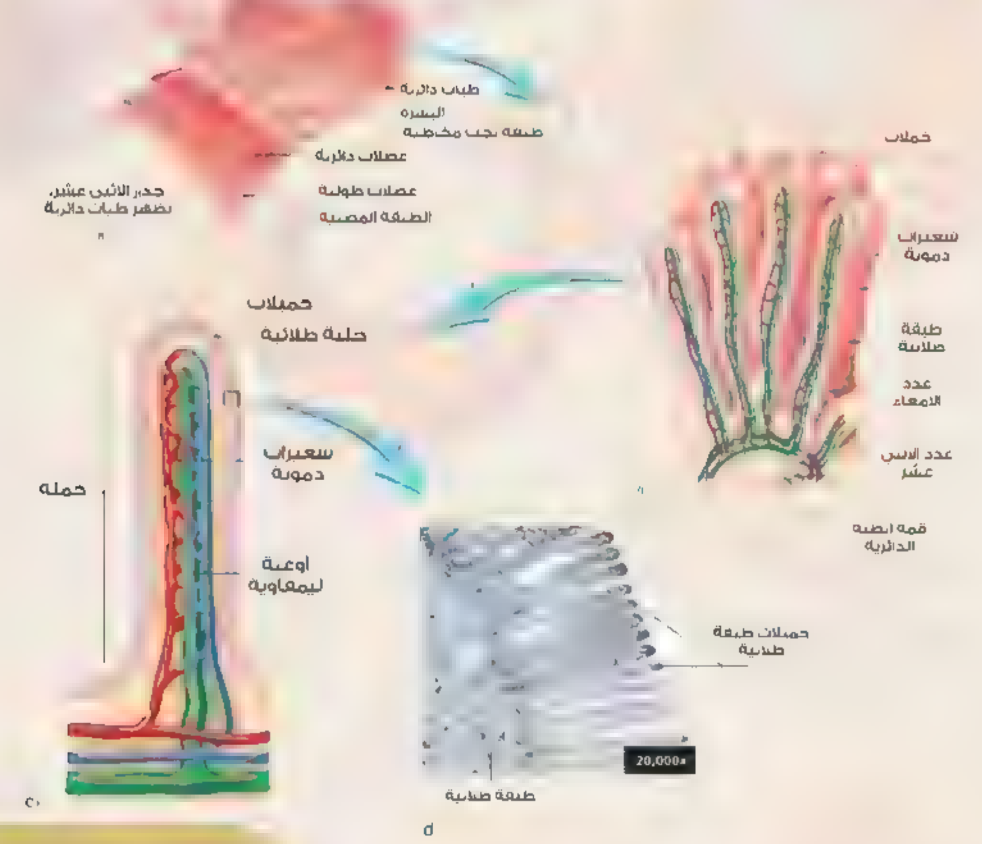
مجموعة الإنزيمات المحللة للسكريات الثنائية إلي السكر الأحادي :

- إنزيم المالتيز : يحلل المالتوز (سكر الشعير) الي جزيئين من سكر الجلوكوز .
- إنزيم السكريز : يحلل السكروز (سكر القصب) الي جلوكوز و فركتوز .
- انزيم اللاكتيز : يحلل اللاكتوز (سكر اللبن) الي جلوكوز و جالاكتوز .
- إنزيم انتيروكينيز : ليس انزيم هاضم بل منشط فقط لانزيم التربسينوجين .

الإمتصاص

- عبور المركبات الغذائية المهضومة الي الدم و الليمف خلال الخلايا المبطنة للفائفي في الأمعاء الدقيقة .
- بدراسة تركيب جدار الأمعاء الدقيقة يلاحظ وجود انثناءات عديدة في جدار اللفائفي تسمي (الخملات) .
- تزيد الخملات من سطح الأمعاء الدقيقة المعرض لامتصاص الغذاء اذ تبلغ مساحة السطح حوالي ١٠ م٢ أي خمسة اضعاف مساحة سطح جسم الإنسان .
- تتكون الخملة من طبقة طلائية بداخلها وعاء لبني (ليمفاوي) يحيط به شبكة من الشعيرات الدموية الشريانية و الوريدية و قد لوحظ بالمجهر الإلكتروني وجود امتدادات دقيقة جدا لخلايا الطبقة الطلائية للخملة تعرف بالخميلات الدقيقة .
- تعمل علي زيادة سطح الامتصاص و تنتقل نواتج عملية الهضم الي الدم و الليمف بخاصية الانتشار الغشائي والنقل النشط .

جدار الإثني عشر و الخملات



هناك طريقان للمواد الممتصة في كل خملة هما :

الطريق الدموي

- يبدأ بالشعيرات الدموية داخل كل خملة و يمر بهذا الطريق الماء و الأملاح المعدنية و السكريات الاحادية و الأحماض الأمينية و الفيتامينات الذائبة في الماء و تصب هذه المواد في الوريد البابي الكبدي ثم تدخل الي الكبد و منه الي الوريد الكبدي لتصب في الوريد الأجوف السفلي فالقلب .

الطريق الليمفاوي

- يمر فيه الجليسرين و الأحماض الدهنية و ما يذوب فيها من فيتامينات (A D E K) و يعاد اتحاد بعض الجليسرين و الأحماض الدهنية لتكوين دهون داخل الطبقة الطلائية للخملات .
- كما ان هذه الخلايا تمتص قطيرات الدهن التي لم تحلل مائيا بالإنزيمات بطريقة البلعمة .
- ثم تتجة جميع الدهون إلي الأوعية اللبنية داخل الخملات و منها الي الجهاز الليمفاوي الذي يحملها ببطء ليصبها في الوريد الأجوف العلوي في القلب .

التمثيل الغذائى

هي العلمية التي يستفيد منها الجسم بالمواد الغذائية المهضومة و التي تم امتصاصها و تشمل عملية التمثيل الغذائي علي عمليتين متعاكستين :

(١) عملية الهدم

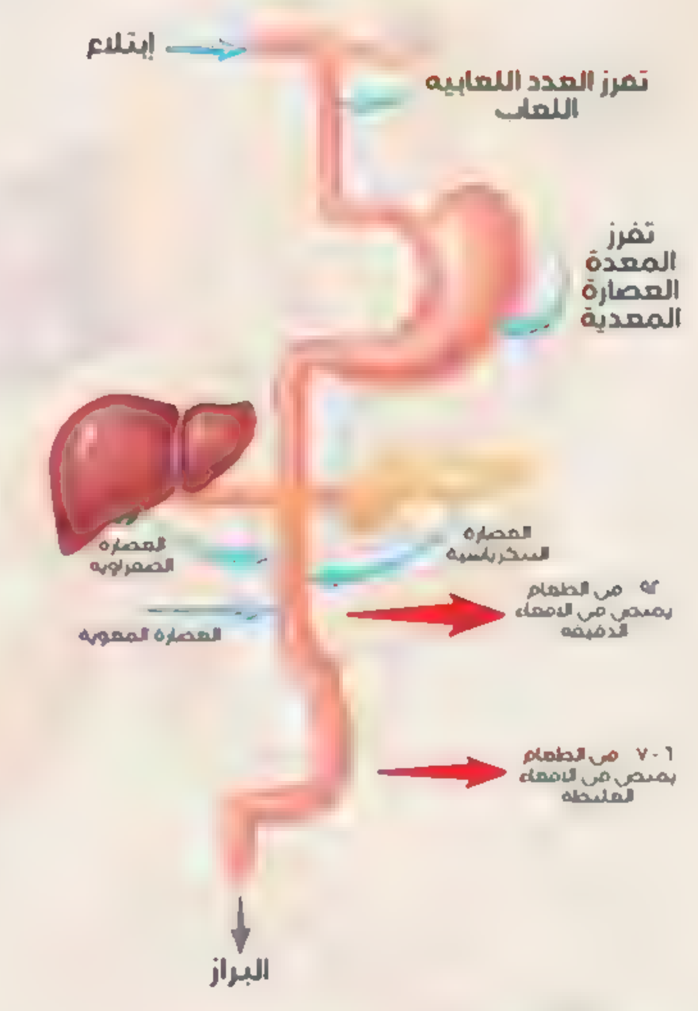
- فيها يتم عملية أكسدة المواد الغذائية الممتصة و خاصة السكريات لإنتاج الطاقة اللازمة لأداء الجسم لوظائفة الحيوية .

(٢) عملية البناء

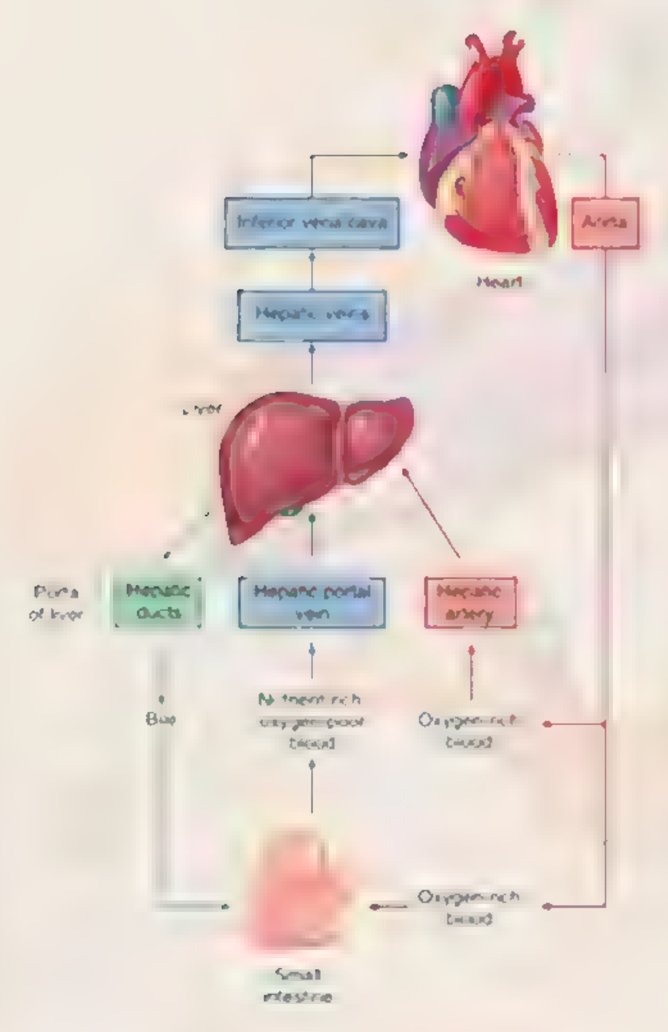
- فيها يتم تحويل المواد الغذائية البسيطة إلي مواد معقدة تدخل في تركيب الجسم فيتحول السكر الي مواد نشوية تخزن علي هيئة جليكوجين يخزن في الكبد أو العضلات .
- الأحماض الأمينية تتحول الي انواع بروتينات في الجسم و تتحول الأحماض الدهنية و الجلسرين إلي مواد دهنية تخزن في الجسم خاصة تحت الجلد .

الأمعاء الغليظة

- تندفع فضلات الطعام غير المهضومة إلي الأمعاء الغليظة حيث يتم امتصاص الماء و جزء من الاملاح خلال بطانة الأمعاء الغليظة التي توجد بها كثير من التحززات تساعد علي ذلك ثم تصبح فضلات الطعام شبه صلبة .
- يحدث لهذه المواد تعفن بسبب وجود بعض انواع البكتيريا ثم تطرد الفضلات علي شكل براز من فتحة الشرج نتيجة تقلصات شديدة في عضلات المستقيم و ارتخاء العضلتين العاصرتين علي جانبي الشرج .
- تفرز الامعاء الغليظة المخاط الذي يسهل مرور فضلات الطعام للخارج .



العصارات الهاضمة في الجهاز الهضمي



الدم وتدفق الصفراء من خلال الكبد

هضم الكربوهيدرات

عضو الهضم	الإنزيم	الوسط PH	ناتج الهضم
الفم	الإميليز اللعابي	قلوي ضعيف ٧,٤	سكر ثنائي (المالتوز)
البنكرياس	الإميليز البنكرياسي	قلوي ٨	سكر ثنائي (المالتوز)
اللفائفي	السكريز	قلوي ٨	جلوكوز + فركتوز
اللفائفي	اللاكتيز	قلوي ٨	جلوكوز + جالاكتوز
اللفائفي	المالتيز	قلوي ٨	جلوكوز + جلوكوز

هضم البروتينات

عضو الهضم	الإنزيم	الوسط PH	ناتج الهضم
المعدة	الببسين	حمضي ١,٥ - ٢,٥	عديد الببتيد
البنكرياس	التربسين	قلوي ٨	عديد الببتيد
اللفائفي	الببتديز	قلوي ٨	أحماض أمينية

هضم الدهون

عضو الهضم	الإنزيم	الوسط PH	ناتج الهضم
الكبد	العصارة الصفراوية	قلوي ٨	مستحلب دهني
البنكرياس	الليبيز	قلوي ٨	أحماض دهنية


الفصل 2
عنوان الفصل
النقل فى الكائنات الحية

النقل في الكائنات الحية

أولاً : النقل في النبات

النقل فى الكائنات الحية

- تحرك المواد المختلفة التي يحتاجها الكائن الحي إلى داخل جسمه.
- أو الوسيلة التي يستطيع الكائن الحى أن يدخل بها ما يحتاج إلية من مواد مختلفة.

أهمية النقل

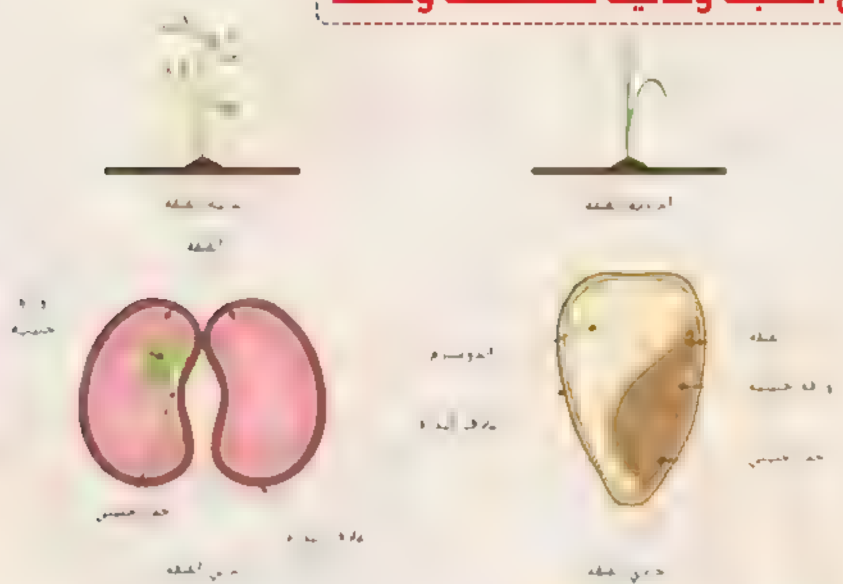
- إنتقال المواد التي يحتاجها جسم الكائن الحي إلى حيث الاستفادة منها في أنسجة وأعضاء الجسم المختلفة.

أمثلة للنقل في الكائنات الحية :

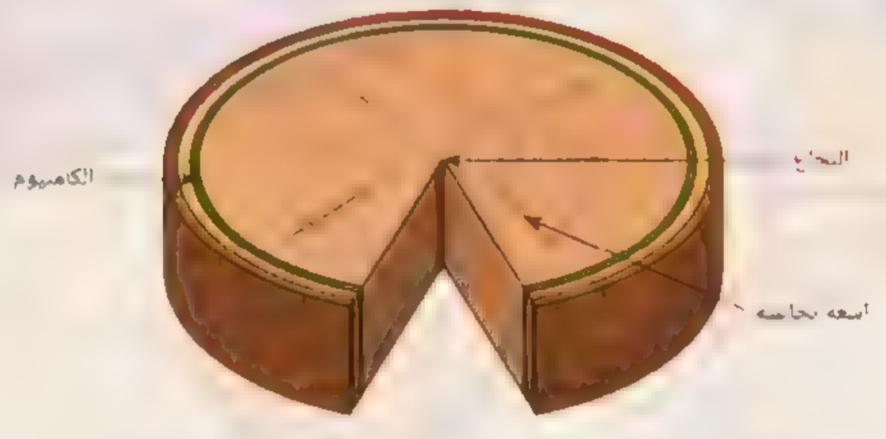
- في النباتات البدائية (كالطحالب) : تنتقل المواد الأولية وكذلك نواتج البناء الضوئي من خلية إلى أخرى بالانتشار أو النقل النشط ولذلك فلا توجد حاجة لأنسجة نقل متخصصة .
- في النباتات الراقية : الغازات (CO_2 - O_2) تنتقل بالانتشار – أما الأملاح والماء والنواتج الذائبة فلها أنسجة وعائية متخصصة.
- في الحيوانات الصغيرة : فالنقل ضروري ينتقل الغذاء المهضوم وال (O_2) من مناطق امتصاصها إلى جميع أنسجة جسم الحيوان بطريقتين هما :
- في الحيوانات الصغيرة (كالبرتوزوا – والهيدرا) الغازات التنفسية والمواد الغذائية تنتقل بالانتشار .
- في الحيوانات الأكبر تعقيداً : فالغازات التنفسية والمواد الغذائية تنتقل بواسطة أجهزة متخصصة للنقل .

النقل في النبات الراقي :

يتم عن طريق انسجة وعائية متخصصة ومنها



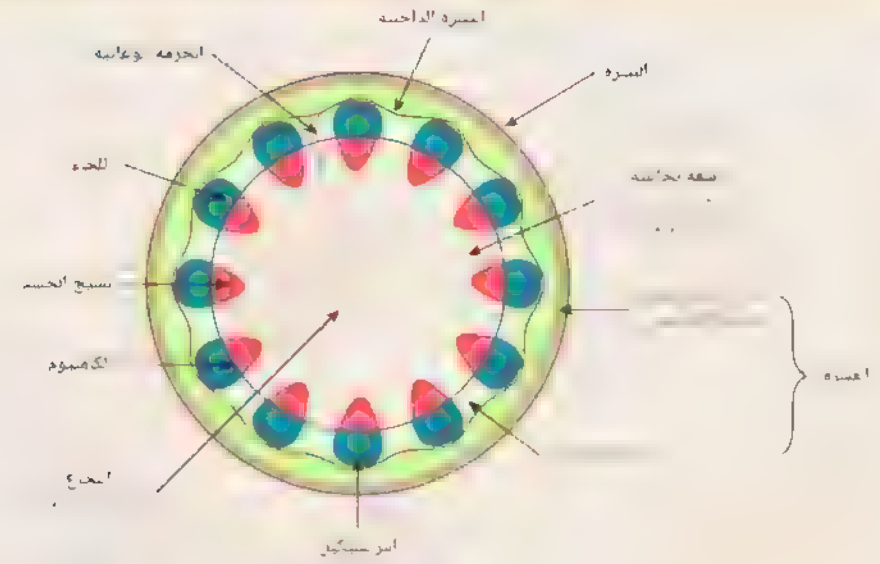
- أنسجة الخشب (الاوعية والقصيبات) : لنقل الماء والأملاح المعدنية (العصارة النيئة)
- أنسجة اللحاء (الانابيب الغربالية) : لنقل المواد الغذائية عالية الطاقة من (كربوهيدرات /دهون / وبروتينات / العصارة الناضجة)



شكل 3: شكل لمقطع عرضي لجذع شجرة يوضح النخاع، والكامبيوم، والأشعة النخاعية.

١ - البشرة :

- من صف واحد من الخلايا البرانشيمية , برميلية الشكل متلاصقة (ليس بينها مسافات بينية) . يغلفها من الخارج طبقة من الكيوتين .



شكل 5 شكل لساق نبات ثنائي الفلقه يوضح تركيب
انسجة النبات البسيطة المختلفه

ملائمة تركيب البشرة لوظيفتها :

١. مغطاة بطبقة من الكيوتين– لمنع نفاذ الماء ومنع دخول الآفات والحشرات .
٢. خلاياها متلاصقة لحماية الأنسجة الداخلية .
٣. قد تحتوي البشرة على ثغور لتبادل الغازات .

٢. القشرة :

١. **خلايا كولنشيمية :** عبارة عن عدة صفوف من الخلايا الكولنشيمية - مغلظة الأركان بالسيليلوز للدعامة وبها بلاستيدات خضراء لتقوم بعملية البناء الضوئي
٢. **خلايا برانشيمية :** عبارة عن عدة صفوف من خلايا برانشيمية لتخزين الغذاء - بينها مسافات بينية للتهوية .
٣. **الغلاف النشوى :** عبارة عن صف واحد من خلايا برانشيمية- رقيقة الجدر متلاصقة تحتوي على حبيبات النشا .

ملائمة تركيب القشرة لوظيفتها:

١. الكولنشيمية مغلظة الأركان لتدعيم الساق .
٢. الغلاف النشوى ليدخر الغذاء .
٣. بعض خلاياها الخارجية على بلاستيدات خضراء لتقوم بالبناء الضوئي .

٣. الأسطوانة الوعائية :

- تشغل حيز كبير من الساق وتتركب من مجموعة من الحزم الوعائية وتبدأ (بالبريسيكل ثم الحزمة الوعائية)
- **البريسيكل** : عبارة عن مجموعات من خلايا برانشيمية متبادلة مع مجموعات من الخلايا الليفية, كل مجموعة ألياف تقابل حزمة وعائية من الخارج
  - **وظيفته** : ١. تقوية الساق ٢. جعل الساق قائم ومرن
- **الحزم الوعائية** : مرتبة في محيط دائرة والحزمة مثلثة الشكل قاعدتها للخارج .
- **تتركب كل حزمة وعائية من** : (لحاء للخارج – كمبيوم في الوسط – خشب للداخل)

١. **اللحاء** : (جهة القشرة) - يتركب من أنابيب غرباليه وخلايا مرافقة وبرانشيما اللحاء

- **وظيفته** : نقل العصارة الناضجة من الأوراق إلى جميع أجزاء النبات

٢. **الخشب** : (جهة المركز) - يتركب من أوعية خشبية (البروتوزيلم " الخشب الأولى " يتجه للداخل والميتازيلم " الخشب التالي " يتجه للخارج) + القصيبات + وبرانشيم الخشب.

- **وظيفته** : الساق – نقل العصارة النيئة (الماء والأملاح) من الجذر للساق للأوراق



> يتصل خشب الحزم الوعائية في الساق بخشب الجذر والورقة ويتصل لحاء الحزم الوعائية في الساق بلحاء الجذر والورقة مكونة شبكة متصلة من أوعية النقل في جميع أجزاء النبات .

٣. **الكمبيوم** : يقع بين الخشب واللحاء و يتكون من صف واحد من خلايا ميرستيمية (دائمة الانقسام) متلاصقة مستطيلة .

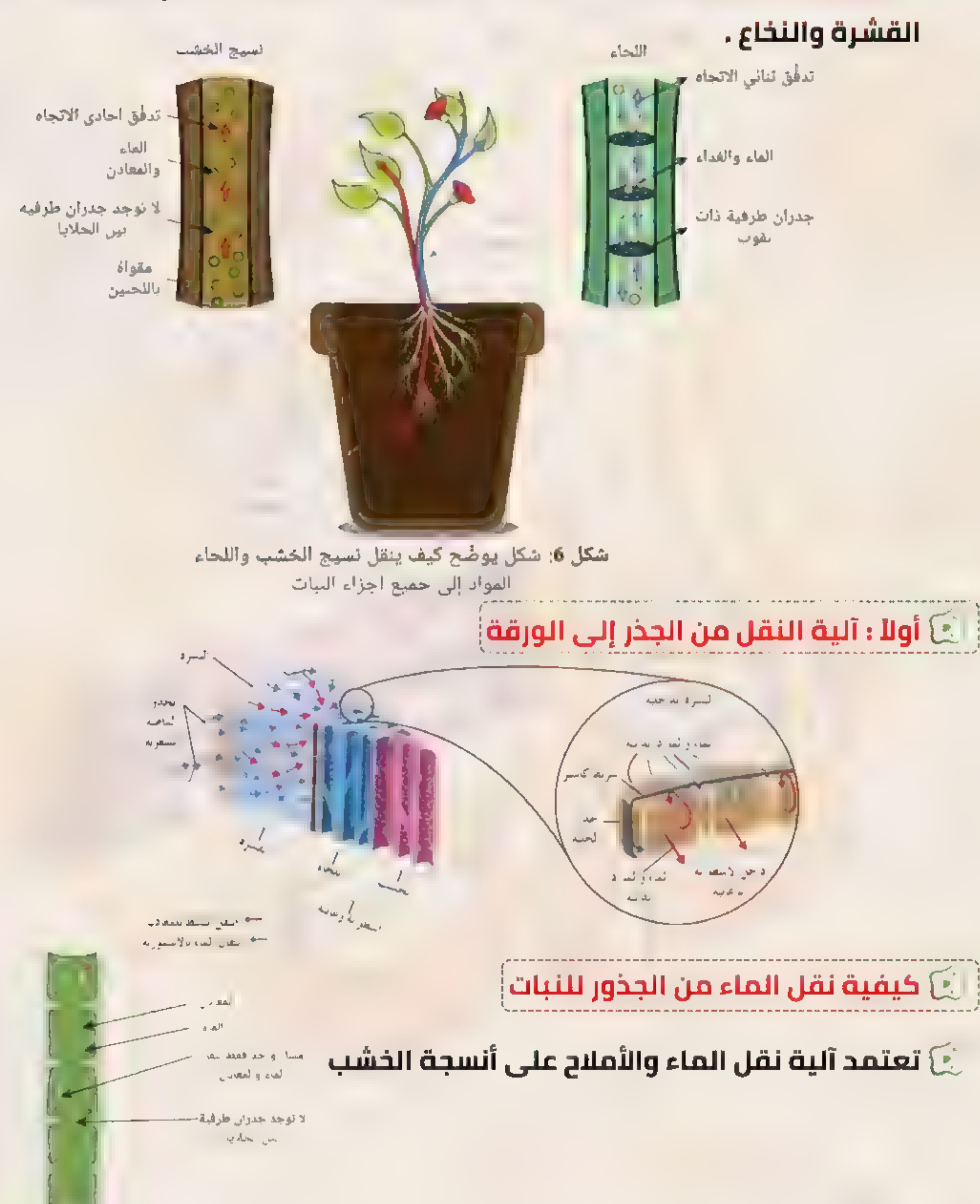
- **وظيفته** : تنقسم خلاياه لتعطي خشب ثانوي للداخل– ولحاء ثانوي للخارج مما يسبب

٤. **النخاع** : يشغل حيز كبير في مركز الساق . يتكون من خلايا برانشيمية - جدرها رقيقة بينها مسافات بينية .

- **وظيفته** : تخزين الغذاء – وتهوية الأنسجة .

- قد يتلاشى النخاع فيصبح الساق أجوف (مثل ساق الفول والبرسيم)

٥. **الأشعة النخاعية :** عبارة عن خلايا برانشيمية - تمتد بين الحزم الوعائية – تصل بين القشرة والنخاع .



شكل 6: شكل يوضح كيف ينقل نسيج الخشب واللحاء المواد إلى جميع اجزاء النبات

أولاً : آلية النقل من الجذر إلى الورقة

كيفية نقل الماء من الجذور للنبات

تعتمد آلية نقل الماء والأملاح على أنسجة الخشب

الشكل 2. اوعية نسيج الخشب عبارة عن تراكيب طويلة جدا تشبه الانبوب المجوف وتنقل الماء في اتجاه واحد لأعلى من الجذور عبر الساق إلى الاوراق

الوظيفة : يقوم الخشب بنقل الماء والأملاح من الجذر إلى الأوراق .

- يتركب الخشب من نوعين من العناصر الموصلة هما (**الأوعية- القصيبات**)

الاوعية :

- يتركب الوعاء من سلسلة من خلايا اسطوانية طويلة تتصل نهاية كل منها بالأخرى .
- في بداية التكوين تكسرت الجدر الأفقية لهذه الخلايا وبذلك أصبحت الخلايا متصلة الفتحات .
- يغلظ الجدار السليلوزي لهذه الخلايا باللجنين غير المنفذ للماء والمواد الذائبة فيه .
- موت محتوياتها البروتوبلازمية وبذلك تصبح أنبوبة مجوفة .
- بعض أجزاء من الجدار لم تتغلظ فتكون ما يعرف " **بالنقر**" وبذلك تسمح للماء بالمرور من داخل الوعاء إلى خارجه

القصيبات : تشبه الأوعية إلا أنها تختلف عنها في – كل قصبية تتكون من خلية واحدة – طويلة مضلعة ذات شكل خماسي أو سداسي مسحوبة الطرف – جدرها مثقبة بالنقر .

الوعاء : عبارة عن سلسلة من خلايا اسطوانية طويلة تتصل نهاية كل منها بالأخرى وفي بداية التكوين تكسرت جدرها الأفقية لتصبح الخلايا متصلة الفتحات و تتغلظ الجدر السليلوزية لها بمادة اللجنين كما أن محتوياتها من البروتوبلازم قد ماتت وتكونت بذلك أنبوبة مجوفة ومفتوحة الطرفين و توجد على جدرانها الكثير من النقر تشبه الأوعية إلا أنها تبدو مضلعة الشكل في القطاع العرضي بشكل خماسي أو سداسي وبدلا من أن تكون مفتوحة الطرفين نجد آن نهايتها مسحوبة ومثقبة بالنقر

نظريات تفسير صعود الماء فى النبات :

نظرية الضغط الجذري

- هو القوة أو الضغط الناشئ فى الجذر نتيجة امتصاصه للماء بالخاصية الاسموزية و يسبب ارتفاع الماء في أوعية الخشب إلى ارتفاعات محدودة .



- حين يمتصّ الجذر الماء، يدفع الضغط الجذرى الماء صعودًا فى الأنبوب الزجاجى الذى تُؤدّى دور ساق النبتة وأوراقها .
- عند قطع ساق النبات بالقرب من سطح التربة تخرج قطرات الماء بالقرب من سطح التربة وتسمى هده الظاهرة **بظاهرة الإدماء** .
- **الإدماء** : وهى نزول قطرات الماء عند قطع ساق النبات بالقرب من سطح الأرض .

يعزى حدوث ظاهرة الادماء الى قوه أو ضغط من الجدر نتيجة وجود امتصاص جذري مباشر ويرجع الى الحركة الاسموزية للماء داخل انسجة الجدر يتوقف إندفاع الماء عند حد معين وذلك لتساوي الضغط الجذري مع ضغط عمود الماء في أوعية الخشب (**المعاكس للضغط الجذري**) .

- الدليل على ذلك حدوث ظاهرة الإدماء وهى نزول قطرات الماء عند قطع ساق النبات بالقرب من سطح الأرض.
- لا يمكن تفسير صعود الماء إلى مسافات شاهقة في الأشجار العالية على أساس الضغط الجذري **لأن :**

١. الضغط الجذري في أحسن الأحوال لا يزيد عن **٢ ض / جو**

٢. الضغط الجذري يتأثر بالعوامل الخارجية بسرعة مثل **تركيز محلول التربة ودرجة الحرارة**

٣. الضغط جذري معدوم في بعض النباتات مثل معراة البذور(**كالصنوبر**).

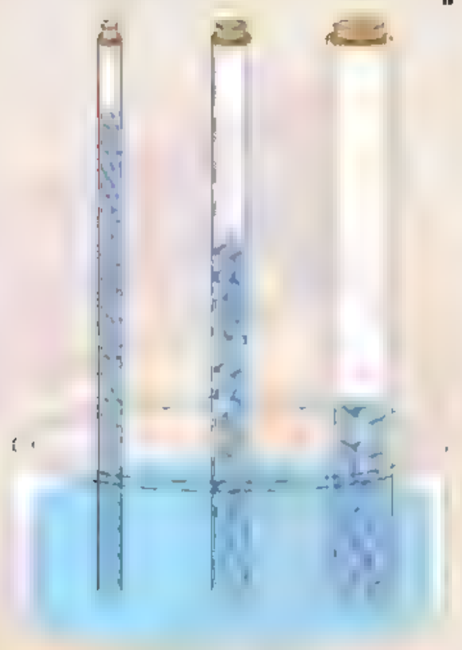
نظرية خاصية التشرب :

من المعروف أن جدران الأوعية الخشبية التي تتكون من السيليلوز واللجنين - فالسليلوز ذات طبيعة غروية (**لها القدرة على تشرب الماء**) .

- وأهميـة هـذه الخاصـية : هـي نقـل المـاء خـلال جـدران الخلايـا حتـى يصـل إلـي جـدران الأوعية الخشبية والقصيبات في الجذر ثم خـروج المـاء مـن هـذه الأوعيـة إلـى الخلايـا المجاورة لها أفقياً في الأوراق(في النباتات الصغيرة فقط)
- أثبتت التجارب أن هذه الخاصـية أثرهـا محـدود جـداً فـي صـعود العصـارة لأن العصـارة تسير في تجاويف أوعية الخشب وليس خلال جدرانها

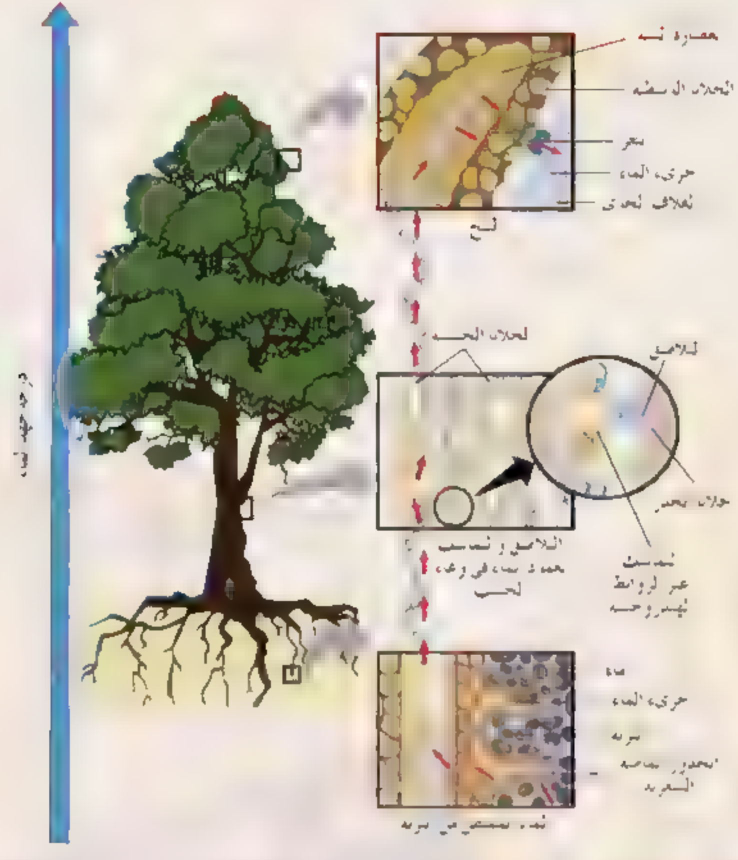
نظرية الخاصية الشعرية :

- هي ظاهرة ارتفاع الماء في الأنابيب الضيقة وبما أن أوعيـة الخشـب مـن الأنابيـب الضـيقة (يتـراوح قطرهـا بـين ٠,٢ – ٠,٥ مـم) لـذلك يرفـع المـاء فـي هـذه الأوعيـة بالخاصية الشعرية .
- إلا أن الخاصية الشعرية تعتبر من القـوى الثانويـة الضـعيفة لرفـع العصـارة – لأن أقصى ارتفاع للماء في أضيق الأنابيب لا يزيد على ١٥٠ سم .



- نظرية التماسك والتلاصق وقوى الشد الناشئة عن النتح وضع أسـس هـذه النظريـة " ديكسون" و" جولي "
- تعتبر أنسب النظريات التي تفسر صعود العصارة- حيث انها تفسـر ارتفـاع المـاء الـى ارتفاعات شاهقة قد تصل الى ١٠٠ متراً.
- يسحب المـاء مـن اسـفل لأعلـى مـن قبـل الورقـة نتيجـة اسـتهلاك الورقـة للمـاء فـي عمليات الأيض (التحول الغذائي) والنتح والتبخر في الأوراق .

قد أوضحت النظرية " أن عمود الماء يرتفع فى الأنابيب الخشبية بالقوى الثلاثة التالية " :



قوة تماسك بين جزيئات الماء بعضها ببعض داخل أوعية الخشب والقصيبات مكونه عمود متصل من الماءليس بينه فقاعات هوائية .

ب) قوة التلاصق بين جزيئات الماء وجدران الأنابيب الخشبية التي تحافظ على أعمدة الماء معلقة باستمرار ضد الجاذبية الأرضية .

جـ) النتح المستمر في الأوراق يتسبب في جذب أعمدة الماء في أوعية الخشب إلى أعلى

شروط قوة شد الماء فى الأنابيب الخشبية :

١. أن تكون الأنابيب شعرية.

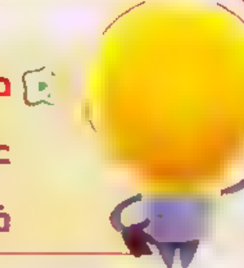
٢. أن تكون جدران الأنابيب ذات خاصية التصاق مع الماء.

٣. أن تخلو الأنابيب من الغازات أو فقاعات الهواء حتى لا ينقطع العمود المائي فيها.

" و جميع هذه الشروط تتوافر فى الأوعية الخشبية "

عدم نجاح نقل بعض الشتلات من المشاتل لزراعتها في الأراضي المستديمة إذا تأخرت زراعتها بعد النقل وتعرضت للشمس مدة طويلة .

لأن تعرض الشتلات مدة طويلة للشمس يعمل على تسرب فقاعات الهواء إلى داخل الأنابيب الخشبية فينقطع عمود الماء بداخلها مما يمنع صعود العصارة بها ويؤدى إلى ذبول الشتلة وموتها .



ملاحظة : تعتبر قوى التماسك والتلاصق وقوة الشد الناشئة عن النتح هى القوى الأساسية التى تعمل على سحب الماء فى الساق لمسافات شاهقة تزيد عن ١٠٠متر

النتح : هو عملية فقد الماء على شكل بخار .



الشكل 1 النتح هو تبخر الماء من الأوراق في صورة بخار ماء. يحدث نقل الماء من التربة إلى الأوراق باستخدام أوعية نسيج الخشب، وهذا موضح بالسهم الازرق

- يعمل على فقد بخار الماء الموجود فى الغرف الهوائية عن طريق الثغور، فتسحب الغرف الهوائية الماء .
- خلايا النسيج المتوسط المحيطة بها، فيزداد تركيز عصارة تلك الخلايا ويؤدى ذلك إلى جذبها للماء من الخلايا المجاورة حتى أوعية الخشب فى العروق الدقيقة فالكبيرة فالعرق الوسطى للورقة وبذلك يقع عمود الماء فى أوعية الخشب تحت قوة شد كبيرة فيرتفع الماء فى أوعية خشب الجذر والساق المتصلة معاً .

الشد الورقي :

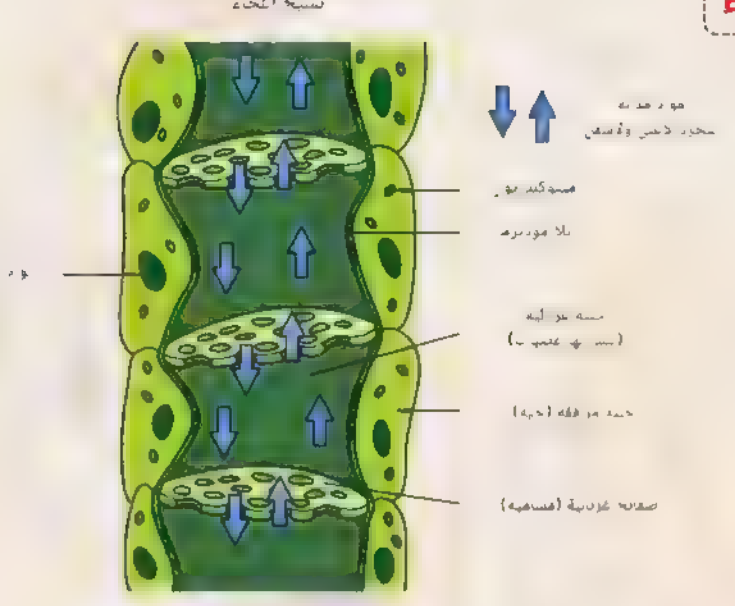
يسحب الماء من الأسطوانة الوعائية للجذر ذلك إلى الشد الجانبي للماء من الشعيرات الجذرية ثم من التربة .

ثانياً : نقل الغذاء الجاهز من الورقة إلى جميع أجزاء النبات عن طريق اللحاء

- اللحاء يقوم بنقل العصارة الناضجة إلى أسفل لكى تتغذى الساق والمجموع الجذرى وإلى أعلى لكى تغذى البراعم والأزهار والثمار .



تركيب اللحاء



شكل 3. شكل يوضح تركيب نسيج اللحاء، ويحتوى على خلايا غرباليه متصلة بخلايا مرافقة بواسطة البلازموديزمات

١. أنابيب غرباليه : وهى خلايا مستطيلة ومتراصة فوق بعضها عند نضجها تكون :

- عديمة النواة
- ويتخللها خيوط سيتوبلازمية

وتفصلها عن بعضها جدران مستعرضة مثقبة تسمى صفائح غرباليه .

٢. خلايا مرافقة : يرافق كل أنبوبة غرباليه (خلية مرافقة)

- ذات نواة.
- وتعمل على تنظيم العمليات الحيوية للأنبوبة الغربالية بسبب احتوائها على قدر كبير من الريبوسومات والميتوكوندريا.

دور الأنابيب الغربالية

تجارب تثبت دور الأنابيب الغر بالية في نقل المواد الغذائية الجاهزة إلى أجزاء النبات

١. تجربة العالمان " رابيدن وبور " :

١. أتاحا لورقة واحدة من نبات الفول للقيام بعملية البناء الضوئي وذلك في وجود CO_2 به كربون C مشع .

المشاهدة : تكون مواد كربوهيدراتية مشعة أمكن تتبع مسارها فلوحظ تحركها لأعلى ولأسفل

الإستنتاج : اللحاء يقوم بنقل العصارة الناضجة إلى جميع أجزاء النبات .

٢. العالم "متلر"

١. استعان "متلر" بحشرة المن التي تتغذى على العصارة الناضجة للنبات حيث تغرس فمها الثاقب في النبات فيخترق أنسجته حتى يصل إلى الأنابيب الغربالية فيندفع الغذاء من فمها إلى معدتها.

٢. عندما فصل " متلر " جسم الحشرة عن فمها أثناء تغذيتها

- استطاع أن يجمع عينة من محتويات الأنابيب الغربالية – التي أثبت عند تحليلها – أنها مواد عضوية (سكر قصب – وأحماض أمينيه) وهى نفس المادة التي تصنعها الورقة.

٣. وتحقق "متلر" من هذا بأنه: قام بعمل قطاع في المنطقة المغروس فيها خرطوم الحشرة فوجد أنه مغروس في أنبوبة غرباليه من لحاء النبات.

- الاستنتاج : اللحاء يقوم بنقل الغذاء من الأوراق إلى جميع أجزاء النبات .

آلية انتقال المواد العضوية في اللحاء

فسر العالمان " ثاين – وكاني " آلية انتقال المواد العضوية في اللحاء على أساس "

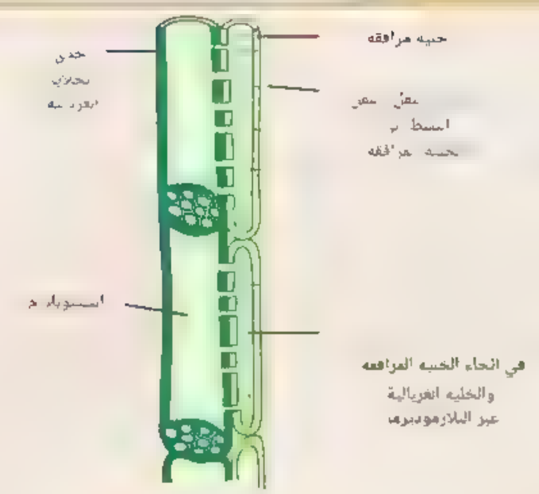
- الانسياب السيتوبلازمي : حركة السيتوبلازم حركة دائرية داخل الأنابيب الغربالية والخلايا المرافقة

١. تنتقل المواد العضوية أثناء الانسياب السيتوبلازمي من طرف الخلية إلى الطرف الآخر

٢. تمر المواد العضوية إلى أنبوبة غرباليه مجاورة عن طريق الخيوط السيتوبلازمية التي تمر من أنبوبة إلى أخرى

٣. ثبت للعلماء أن : عملية النقل في اللحاء هي"عملية نقل نشط " يلزمها مواد ناقلة للطاقة ATP والتي تتكون بوفرة في الخلايا المرافقة وتنتقل جزيئات ATP عبر خيوط البلازموديزما للخلايا المرافقة إلى سيتوبلازم الأنبوبة الغربالية .

كيف دعم العلماء نظرية الانسياب السيتوبلازمي ؟ أثبت العلماء بالتجربة أن عملية النقل في اللحاء تبطئ عند خفض درجة الحرارة أو نقص الـ O_2 في الخلايا مما يبطء من حركة السيتوبلازم وانسيابه في الأنابيب الغربالية.



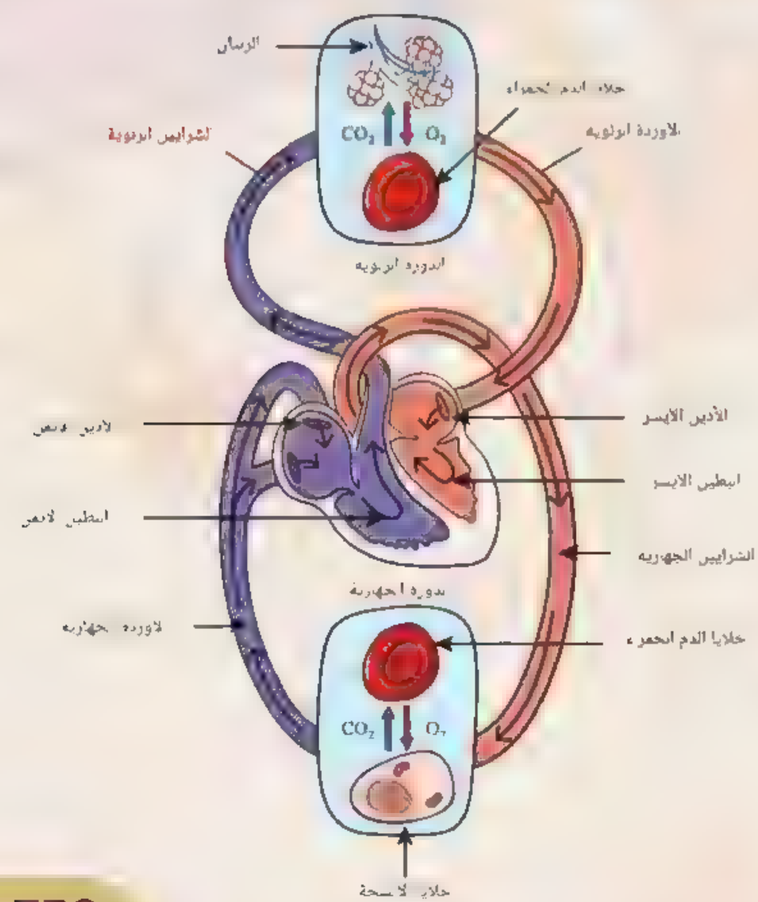
شكل 9: شكل يوضح الحركة الدورانية السيتوبلازمية بين الخلايا الغربالية والخلايا المرافقة.

جهاز النقل فى الإنسان

النقل في جسم الإنسان عن طريق جهازين متصلين ببعضهما وهما **الجهاز الدوري والجهاز الليمفاوي .**

أولاً : الجهاز الدوري

- **القلب .**
- **الأوعية الدموية** (شرايين – أوردة – شعيرات دموية) .

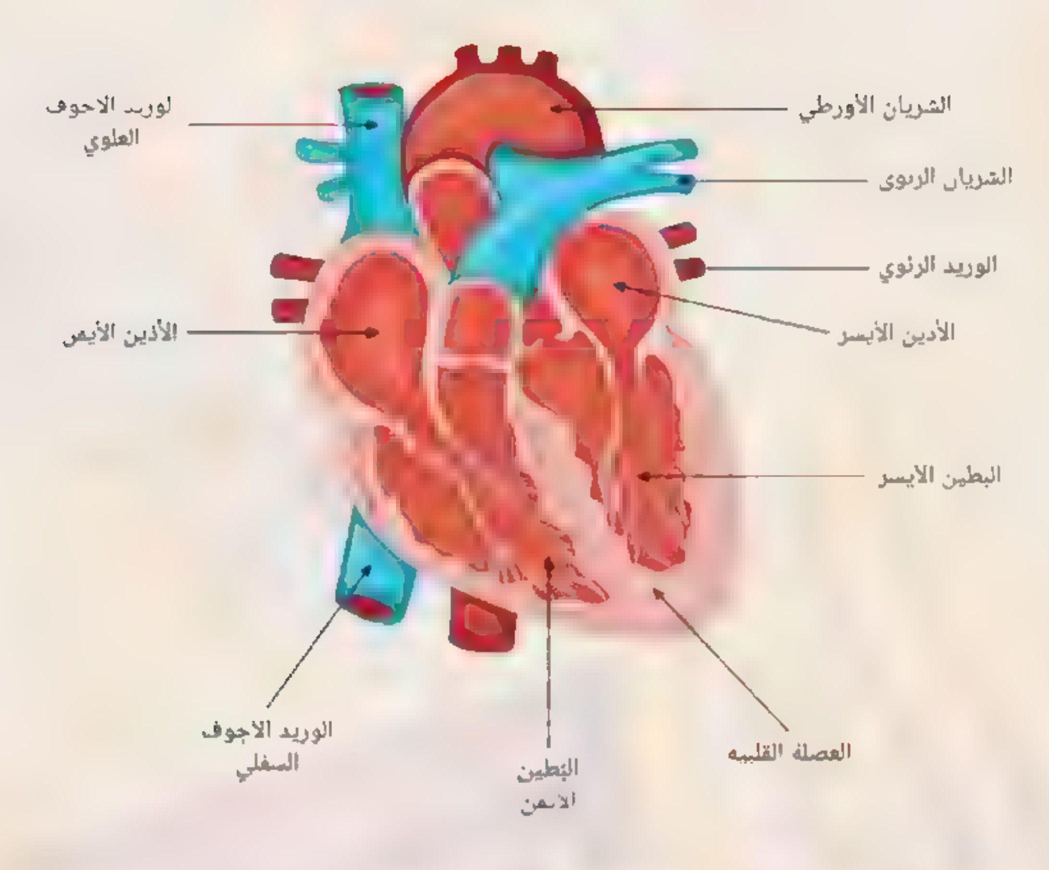




وتتصل هذه الأوعية في حلقة متكاملة (أي أن الجهاز من النوع المغلق)



القلب :



الشكل 1: شكل يوضح القلب البشري والحجرات الأربع والأوعية الدموية الرئيسية المحيطة بالقلب.

الملائمة الوظيفية للقلب :

١. عضلي أجوف ليسمح بالانقباض والانبساط ويتوسط القفص الصدري.

٢. محاط بغشاء التامور : ليحميه من الاحتكاك بالرئتين.

٣. جدار البطينين أكثر سمكاً من الأذينين لأن الضغط على جدار البطينين أكبر حيث يدفعان الدم خارج القلب (مسافات طويلة) إلي كل أنحاء الجسم

٤. بينما الضغط على جدار الأذينين أقل حيث يدفعان الدم إلى البطينين فقط (مسافة صغيرة)

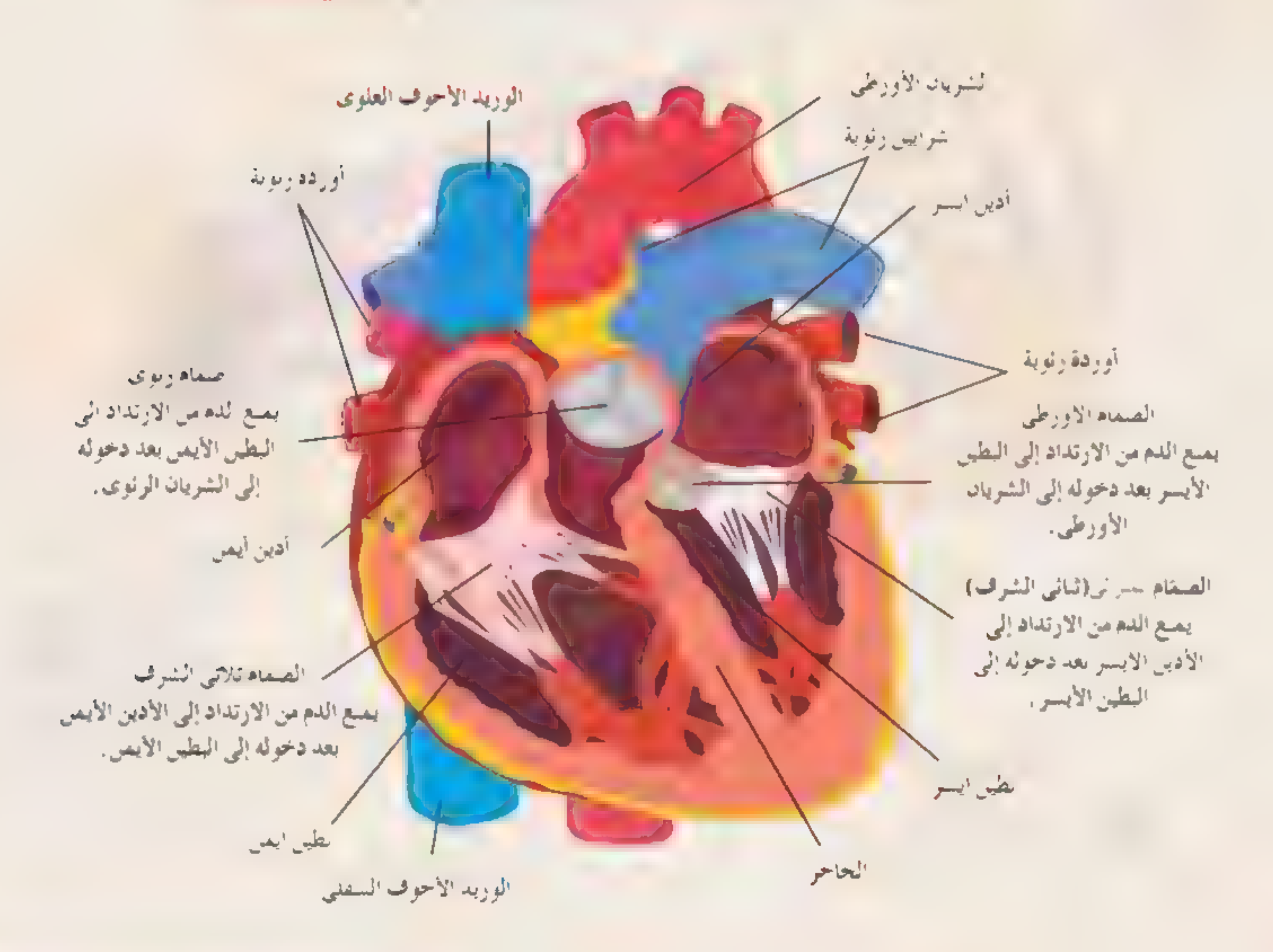
٥. جدار البطين الأيسر أكثر سمكاً من جدار البطين الأيمن : لأن البطين الأيسر يدفع الدم إلى جميع أجزاء الجسم بينما البطين الأيمن يدفع الدم إلى الرئتين فقط .

٦. **وجود صمامات بين الأذينين والبطينين:** لتسمح للدم بالمرور في اتجاه واحد من أعلى لأسفل – ولا تسمح بالعكس - لوجود أحبال وترية تربط الجوانب السفلى للشرفات مع جدران البطين .

٧. عدد دقات القلب ٧٠ دقة / الدقيقة فيضخ ٥ لتر دم / دقيقة (في المتوسط)

ملاحظة

١. يوجد بين الأذين الأيمن والبطين الأيمن صمام ذو ثلاث شرفات .
٢. يوجد بين الأذين الأيسر والبطين الأيسر صمام ذو شرفتين.
٣. اكتشف العالم وليم هارفى الصمامات الموجودة في بعض الأوردة ودرس الدورة الدموية.
٤. اكتشف العالم العربي ابن النفيس الدورة الدموية.
٥. يقسم القلب طولياً إلى قسمين يفصل بينهما حاجز عضلي وسطى.

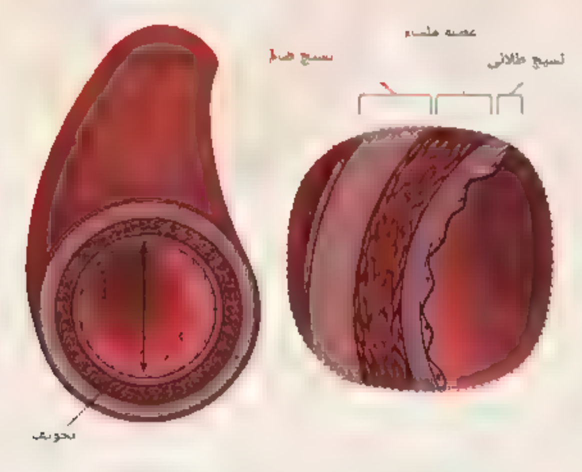


(ب) الأوعية الدموية : تشمل (الشرايين – والأوردة – والشعيرات الدموية)

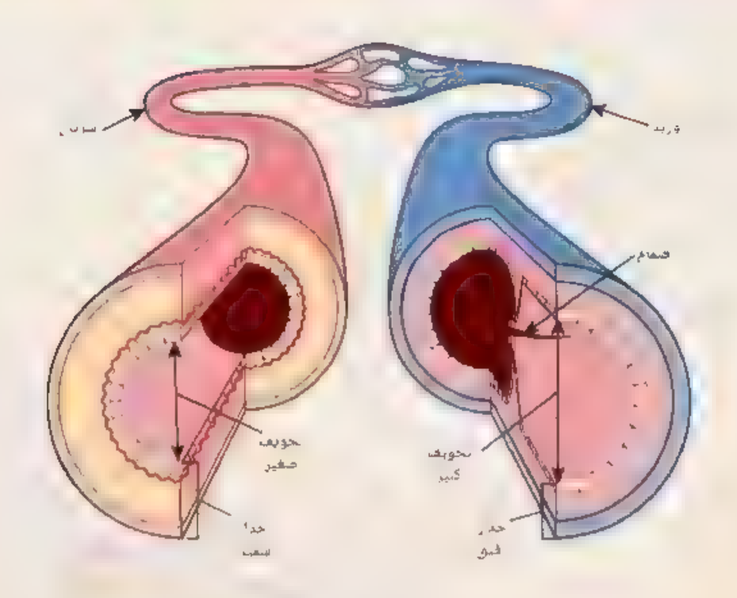
وجه المقارنة	الشرايين	الأوردة
اتجاه الدم	من القلب إلي أجزاء الجسم	من أجزاء الجسم للقلب
تركيب الجدار	١. الطبقة الخارجية : رقيقة - نسيج ضام به ألياف كثيرة مطاطة " مرنة ٢. الطبقة الوسطى : سميكة عبارة عن عضلات لا إرادية تتحكم في انقباضها وانبساطها ألياف عصبية. ٣. الطبقة الداخلية رقيقة جدا: عبارة عن صف واحد من خلايا طلائية رقيقة تعلوها ألياف مرنة.	لها نفس تركيب الشريان, بملاحظة ١. الألياف المطاطة قليلة. ٢. سمك الطبقة الوسطى أقل. ٣. توجد في بعض الأوردة صمامات لمرور الدم في اتجاه القلب – ولا تسمح برجوعه.
سمك الجدار	اكبر سمكا من الوريد	اقل سمكا من الشريان
النبض	نابض	غير نابض
المكان	مدفونه وسط العضلات	قريبة من سطح الجلد غالبا
لون الدم	مؤكسج ماعدا الشريان الرئوي	غير مؤكسج ماعدا الوريد الرئوي

ملاحظة

- مشاهدة وضع صمامات أوردة الذراع عند ربطه برباط ضاغط عند قاعدته مثلما فعل وليم هارفي الطبيب الانجليزي الدي درس الدورة الدموية في القرن السابع عشر .
- بعد ان اكتشفها الطبيب العربي بن النفيس في القرن العاشر .



الشكل 2. شكل يوضح التركيب العام للأوعية الدموية
يسمى الحيز الداخلي «التجويف»
وتتكون جدران الأوعية الدموية من ثلاث طبقات



السكل 3 شكل يوضح الفروق فى التركيب بين الاورده والشرايين

الشعيرات الدموية :

- اكتشافها العالم مالبيجي الإيطالي في أواخر القرن ١٧
- هي أوعية دقيقة مجهريه تصل بين التفرعات الشريانية الدقيقة والتفرعات الوريدية الدقيقة) .

تركيبها :

- جدارها رقيق جداً يتركب من طبقة واحدة عبارة عن صف واحد من خلايا طلائية رقيقة جداً وتوجد
- ثقوب دقيقة بين خلايا الجدار.

قطر الشعيرة :

- ١٠ ميكرون – وسمك الجدار ٠.١ ميكرون.

وظيفتها :

- السريع للمواد بين الدم وخلايا الجسم المختلفة ويمكن تشبيهها بشبكة الري الواسعة حيث تمد
- جميع الخلايا باحتياجاتها.

طولها

- يمتد حوالي ٨٠ألف كيلو متر في جسم الإنسان : لتزيد من مساحة السطح الذي يتم فيه عملية النقل من الدم الي الخلايا او العكس .

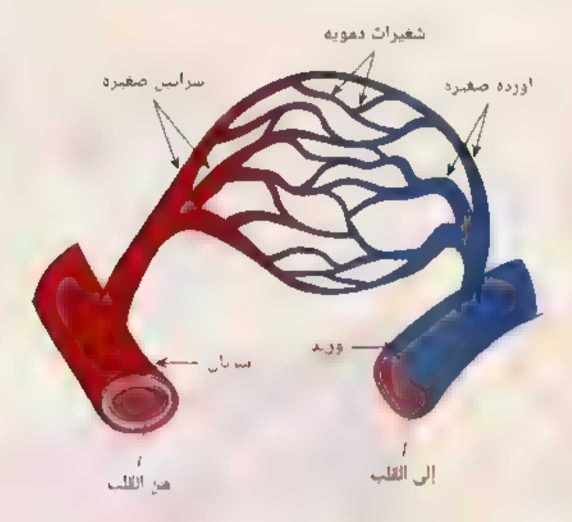


وظيفتها :

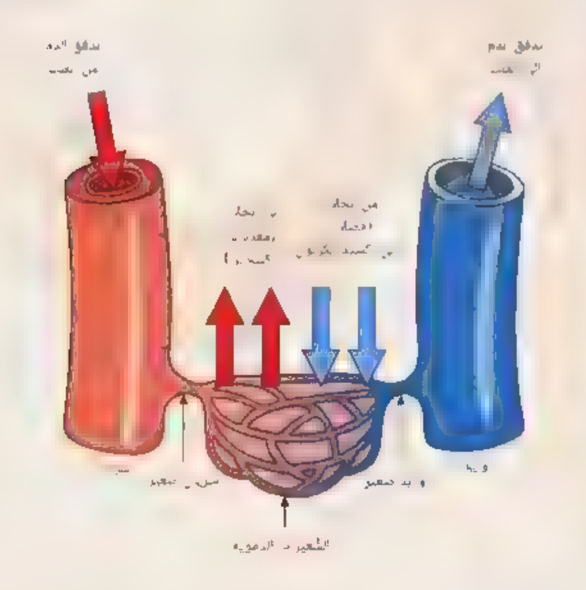
- السريع للمواد بين الدم وخلايا الجسم المختلفة ويمكن تشبيهها بشبكة الري الواسعة حيث تمد
- جميع الخلايا باحتياجاتها.

طولها :

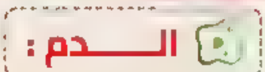
- يمتد حوالي ٨٠ألف كيلو متر في جسم الإنسان : لتزيد من مساحة السطح الذي يتم فيه عملية النقل من الدم الي الخلايا او العكس .



الشكل 3: مخطط يوضّح أنواع الأوعية الدموية المختلفة في الجسم. تنقل شرايين الدم من القلب. وتنقل الأوردة الدم إلى القلب وتتفرّع الأوعية الدموية إلى شعيرات دموية لتصل إلى أنسجة لجسم



الشكل 5: شكل يوضح تركيب شبكة شعيرات دموية شبكه الشعيرات الدمويه سكه من الشعيرات الدموية التي تتلقى الدم من شريان صغير وتفرغه في وريد صغر توجد الشعيرات الدموية في جميع انسجة الجسم



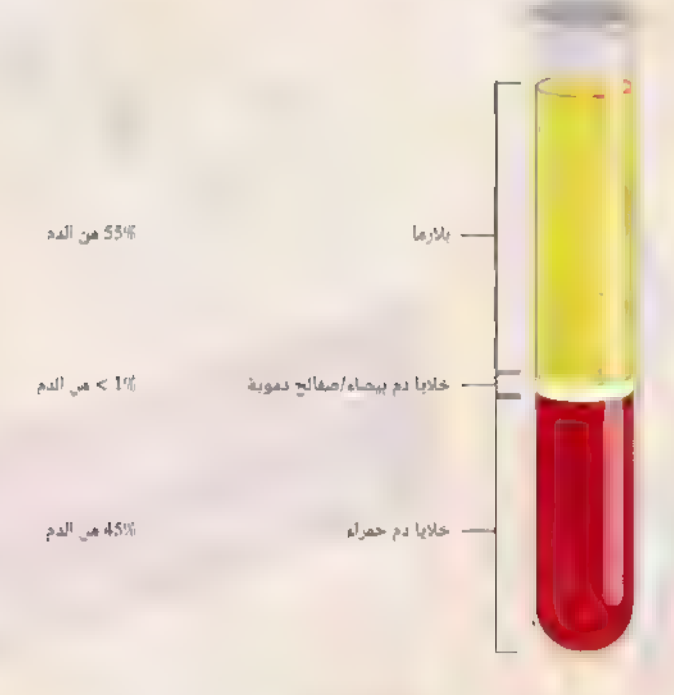
الدم :

١. الدم نسيج سائل : لأنه يحتوي على خلايا دموية حمراء وبيضاء وصفائح دموية ومادة خلالية " البلازما " .

٢. الدم الوسط الأساسي في عملية : نقل الغذاء المهضوم – والأكسجين – والفضلات (السائلة والغازية) .

٣. الدم سائل أحمر لزج – وقلوي ضعيف . (PH= ٧,٤)

٤. الدم يوجد بمتوسط ٥ إلى ٦ لتر في جسم الإنسان البالغ .



الشكل 2: شكل يوضح مكونات دم والنسب العامة لها في أنبوب اختبار

وجه المقارنة	كرات الدم الحمراء	كرات الدم البيضاء
عددها	• في الرجل (٤ : ٥) مليون / م³ • في المرأة (٤ : ٤,٥) مليون / مم³	• ٧ آلاف / مم³ وتزداد فى حالة المرض ولكل مرض نوع خاص
مكان صنعها	• داخل نخاع العظام الإسفنجي الموجود في تجويف العظام الكبيرة	• في النخاع والطحال والجهاز اللمفاوي
وظيفتها	• تبادل الغازات بين خلايا الجسم والرئتين	• الدفاع عن الجسم ضد الميكروبات
عمرها	• أربعة أشهر	• ١٣: ٢٠ يوم
شكلها	• مستديرة مقعرة الوجهين	• عديمة الشكل
لونها	• أحمر لوجود الهيموجلوبين	• عديمة اللون
مكان تكسيرها	• في الكبد والطحال والنخاع	• فى النخاع

الكرات الحمراء :

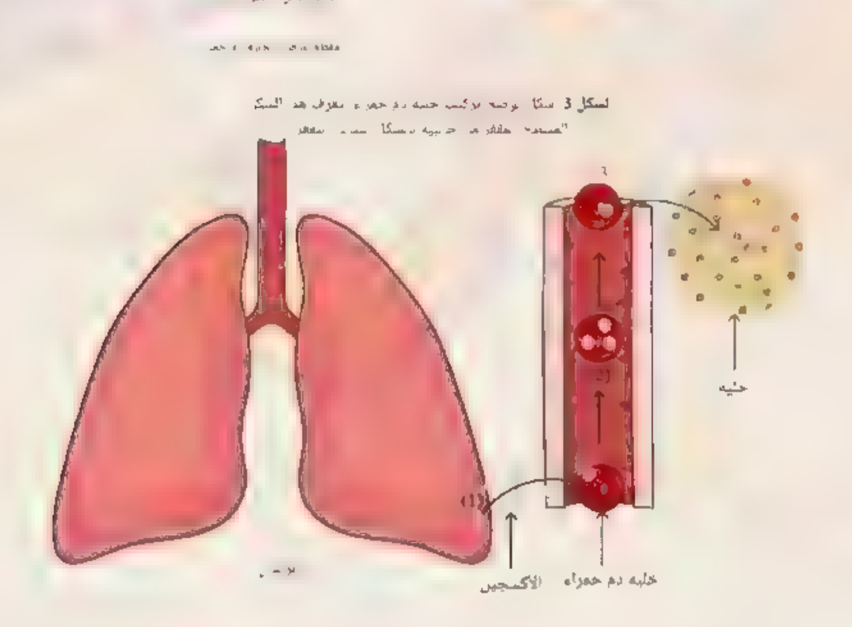
١. تحتوى الكرات الدموية الحمراء على مادة كيميائية تسمى هيموجلوبين تتكون من البروتين والحديد

٢. يتحد الهيموجلوبين بالأكسجين الموجود بالرئتين لتتكون مادة تسمى (أكسى هيموجلوبين) لونها أحمر فاتح يمكن الكريات من نقل الأكسجين إلى كل الجسم .

٣. يتخلى الهيموجلوبين عن الأكسجين ثم يتحد مع Co_2 مكوناً مركب يسمى كربوكسى هيموجلوبين ولونه أحمر قاتم .

٤.الدم المتدفق عن طريق الشريان (يحتوى على أكسجين) يكون لونه فاتح عن الدم الموجود فى الوريد الذى يكون ذو لون داكن .

٥. يتكون فى الجسم نحو مائة مليون كرة دم حمراء / دقيقة ويقوم الجسم باسترجاع البروتينات الموجودة فى الكريات القديمة ويستعملها فى بناء الصفراء التى تلعب دوراً فى الهضم .



الشكل 3 شكل يوضح كيف ينتقل الدم إلى الرئتين، ويمتص الأكسجين (1)، ويصبح مؤكسجًا (2)، ثم ينتقل الى الخلايا حيث يطلق الأكسجين ويصبح غير مؤكسج (3)

الكرات البيضاء :

١. توجد أنواع مختلفة من الكريات البيضاء ولكل نوع وظيفة خاصة .

٢. تقوم الكرات البيضاء بمهاجمة وابادة الميكروبات وتبعد أو تعطل المواد الغريبة فى الدم .

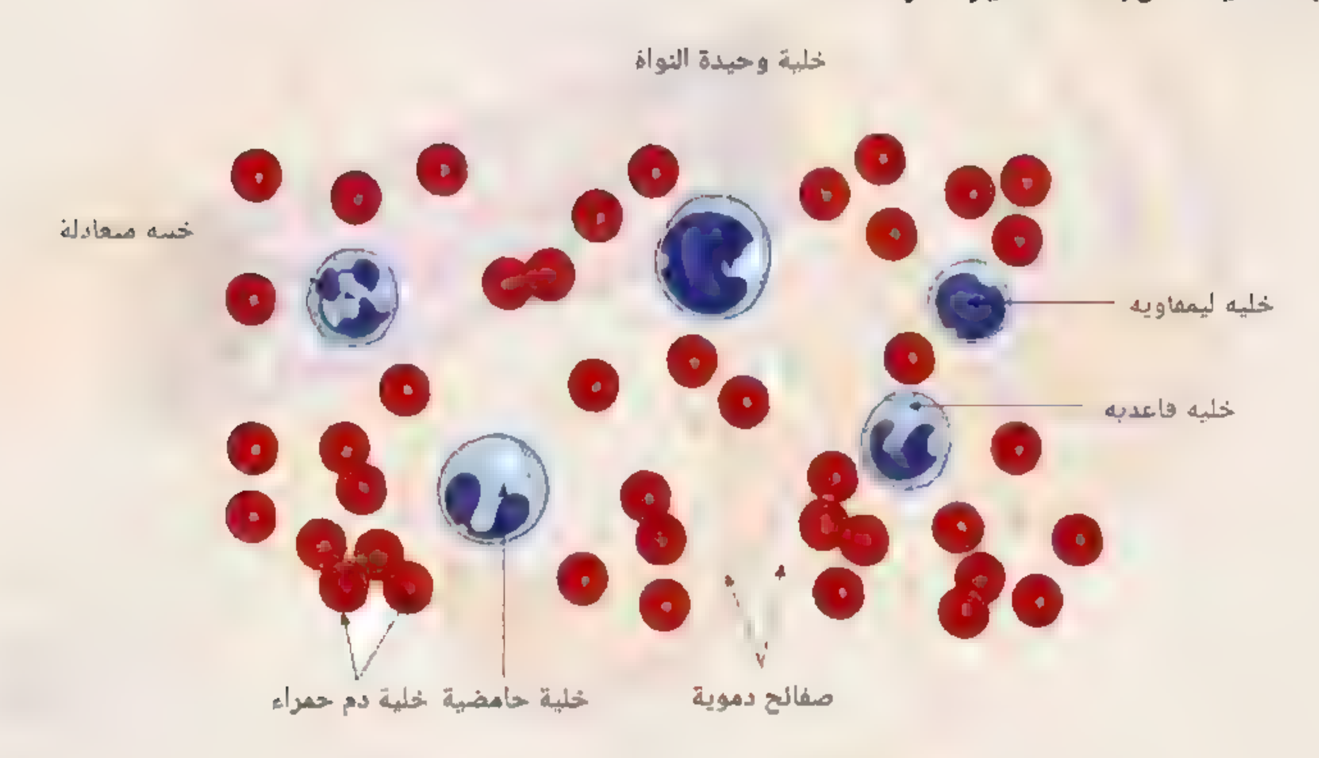
٣. تطرد الكرات البيضاء المواد التى تقوم الميكروبات بإنتاجها - وكذلك تقوم بإبعاد الخلايا الميتة أو التى فى طور الموت والفضلات الأخرى .

٤. تتحرك الكرات البيضاء فى الجسم باستمرار وتنساب على طول جدران الأوعية الدموية وتهاجم الميكروبات وتحيط بها وتبتلعها .

٥. الكرات البيضاء قادرة على التغلغل بين خلايا جدار الشعيرات الدموية .

٦. هناك أنواع معينة من الكرات البيضاء تقوم بإنتاج الأجسام المضادة .

٧. الأجسام المضادة : هى مواد كيميائية تقوم باكتشاف المواد الغريبة وتقوم بتعطيلها وجعلها غير ضارة .



الشكل 4: يوضح هذا الشكل المكونات الخلوية للدم. خلايا الدم الحمراء موضّحة باللون الأحمر، والصفائح الدموية موضّحة باللون البني الفاتح، وأنواع مختلفة من خلايا الدم البيضاء موضّحة باللون الأرجواني.

الصفائح الدموية :

- الصفائح الدموية جسيمات صغيرة غير خلوية / وتنشأ من نخاع العظام وعمرها عشرة أيام .
- حجم الصفيحة ربع كرة الدم الحمراء وعددها ٢٥٠ ألف / مم٣ – ولها دور في تجلط الدم عند الجروح .

البلازما

- تمثل ٥٥% من حجم الدم وتتكون من (ماء ٩٠% - بروتينات ٧% مثل[البيومين - جليوبولين - فبرينوجين] عضوية ١% مثل HCO_3^- - Ca^{++} - Cl^- - Na^+- مواد أخرى ٢% مثل نواتج الهضم كالسكريات والأحماض الأمينية – وهرمونات وإنزيمات وأجسام مضادة- وفضلات كاليوريا).

وظائف الدم

١. نقل الغذاء المهضوم والـ O_2, CO_2 والفضلات النيتروجينية والهرمونات وبعض الإنزيمات .

٢. تنظيم درجة حرارة الجسم " ٣٧ مْ "وتنظيم البيئة الداخلية للجسم (كالحالة الإسموزية - وكمية الماء - ودرجة الحموضة في الأنسجة) .

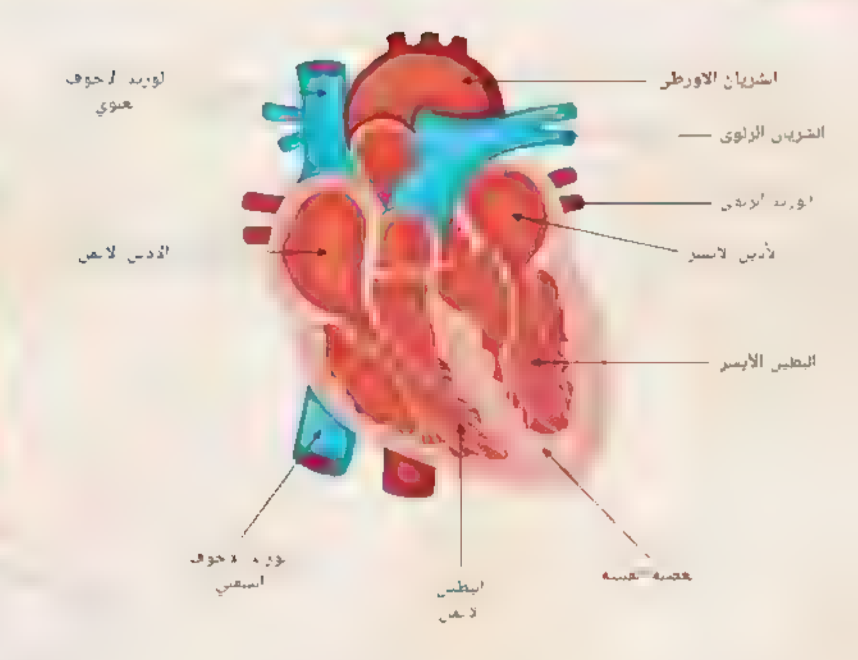
٣. حماية الجسم من غزو الجراثيم والميكروبات المسببة للأمراض عن طريق المناعة والجهاز الليمفى .

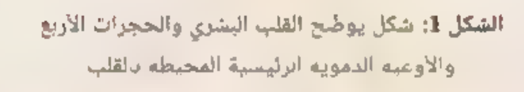
٤. حماية الدم نفسه من عملية النزف بتكوين الجلطة الدموية .

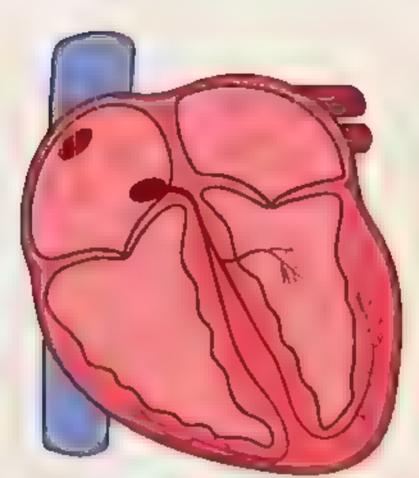
ضربات القلب

- تنبع ضربات القلب من داخل نسيج عضلة القلب نفسها " فهى ذاتية الحركة " وقد ثبت أن القلب يستمرفى الدق المنتظم حتى بعد انفصاله تماماً من الجسم وعن الأعصاب المتصلة به.

(لذلك يتمكن الجراحون من القيام بعملية زرع القلب) .




الشكل 1: شكل يوضح القلب البشري والحجرات الأربع والأوعية الدموية الرئيسية المحيطة بالقلب


ت الأربع للقلب في وضع الراحة؛ حيث يدخل الدم
لى الجانبين، وهو ممثل هنا بالأسهم الحمراء.

منشأ ضربات القلب : عقدتان عضليتان هما :

أ) العقدة الجيب أذينية : "منظم دقات القلب " وهى ضفيرة من ألياف عضلية رقيقة مدفونة فى جدار الأذين الأيمن قرب اتصاله بالأوردة الكبيرة ويتصل بها عصبان هما :

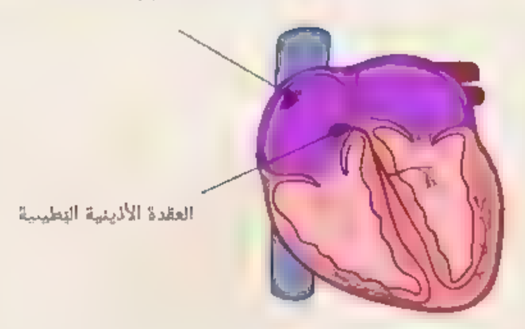
1. **العصب الحائر : يخفض من معدل ضربات القلب .**
2. **العصب السمبثاوى : يزيد من معدل ضربات القلب .**

ولذلك تتغير عدد دقات القلب حسب الحالة الجسمية والنفسية للإنسان .

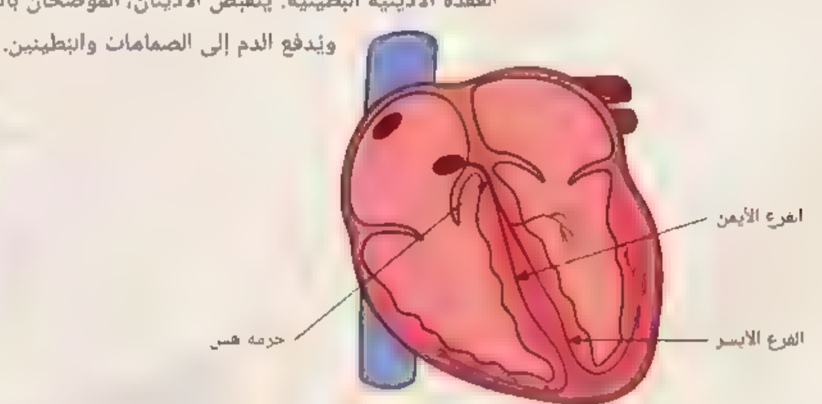
العقدة الاذينية البطينية : توجد عند إتصال الأذينين بالطينين

تحدث ضربات القلب كالآتي :

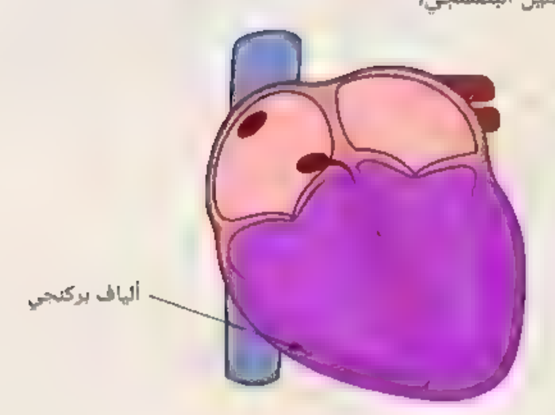
1. **تطلق العقدة الجيب أذينية إشارة الانقباض الكهروعصبية تلقائيا إلى جدارالاذينين فتثيرعضلات جدر الأذينين للانقباض .**
2. **ثم تصل إثارة الإنقباض إلى العقدة الأذينية البطينية .**
3. **تنقل العقدة الأذينية البطينية الإثارة بسرعة عبر ألياف خاصة (ألياف هس) تنتشر في الحاجز بين البطينين إلى جدر البطينين فتثير عضلاتها للإنقباض**



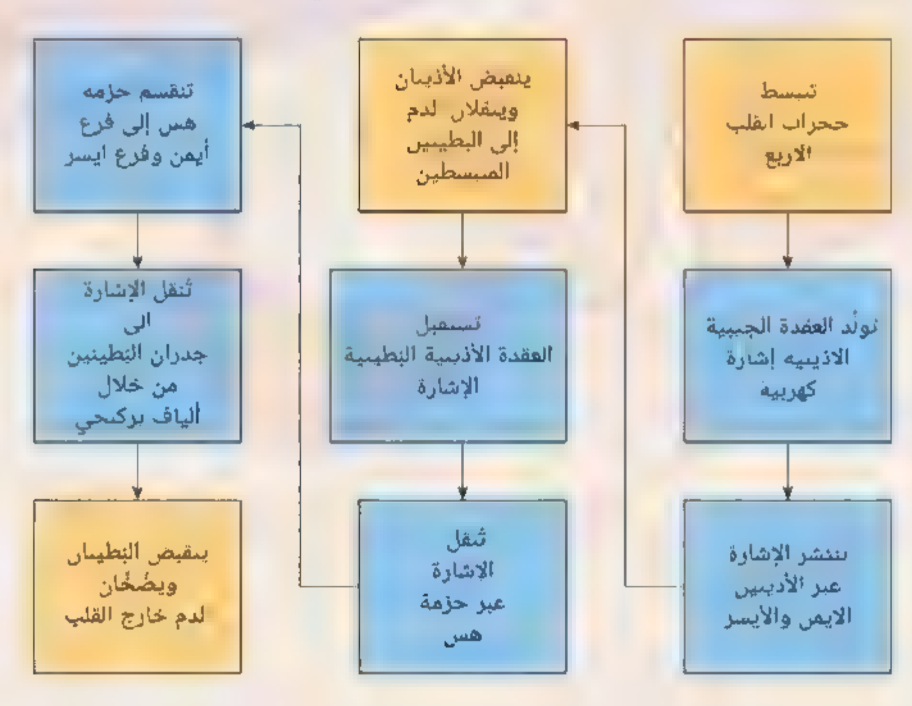
الشكل 3: تتولَّد إشارة كهربية، ممثلة هنا بأسهم بنفسجية، من خلال العقدة الجيبية الأذينية في الأذينين وتستقبلها العقدة الأذينية البطينية. ينقبض الأذينان، الموضَّحان بالتظليل البنفسجي، ويدفع الدم إلى الصمامات والبطينين.



الشكل 4: تنقل الإشارة الكهربية من خلال حزمة هس، التي تنقسم إلى فرع أيمن وفرع أيسر حاملة الإشارة الكهربية عبر الحاجز.



الشكل 5: تنقل الإشارة الكهربية، الممثلة باللون البنفسجي، إلى الجدران العضلية للبطينين من خلايا ألياف بركنجي وهذا يؤدي إلى انقباض البطينين الموضَّحين بالتظليل البنفسجي.



الشكل 6: مخطط انسيابي يمثّل المسار الذي تتبعه الإشارات الكهربية في القلب والآثار المقابلة على حجرات القلب.

عدد مرات النبض :

في الظروف الطبيعية ٧٠ دقة / دقيقة وتتغير عدد دقات القلب حسب الحالة الجسمية أو النفسية

أمثلة على ذلك :

١. أثناء النوم ينخفض معدل ضربات القلب– ثم يرتفع تدريجياً بعد الاستيقاظ
٢. أثناء الحزن ينخفض معدل ضربات القلب ويزداد في حالات الفرح
٣. أثناء بذل جهد جسماني أو في حالات الفرح يزداد معدل ضربات القلب

يمكن تمييز صوتي دقات القلب باستخدام سماعة الطبيب إلي :

أ- صوت غليظ وطويل : نتيجة غلق الصمامين بين الأذينين والبطينين .
ب- صوت حاد وقصير : نتيجة غلق صمامي الأورطي والشريان الرئوي .

آلية ضربات القلب

١. ترسل العقدة الجيب أذينية إثارة الانقباض تلقائيا فتثير عضلات الأذينين الانقباض.
٢. عندما تصل الموجة الكهربية العصبية إلى العقدة الأذينية البطينية الموجودة عند اتصال الأذينين بالبطينين تنتقل منها الإثارة بسرعة عبر ألياف خاصة تنتشر بين الحاجز بين البطينين إلى جدار البطينين فتثيرعضلاتها للانقباض.

معدل ضربات القلب :

١- تتصل العقدة الجيب اذينيه بالعصب الحائر الذي يبطء ضربات القلب أثناء النوم أو حالة الحزن .
٢- تتصل العقدة الجيب أذينية بالعصب السمبثاوي الذي يسرع ضربات القلب مثلا عند الفرح وبذل الجهد .

- الدم سائل لزج وكثيف لا يمر بسهولة في الأوعية الدموية (الشرايين والأوردة) وخاصة في الشعيرات .
- الدموية الميكروسكوبية لذلك يكون الدم في حاجة لضغطة لكي يمر بسهولة فى هذه القنوات الدقيقة وهذا يتم بواسطة عملية نبض القلب (انقباض القلب)الذي يولد ضغطا على جدر الأوعية الدموية عند مرور الدم فيها والذي يطلق عليه .

ضغط الدم :

- أعلى ارتفاع لضغط الدم (الحد الأقصى) يكون مع انقباض البطينين.

أما (الحد الأدنى) يكون عند ارتخاء البطينين ويتضح ذلك فى الشرايين القريبة من

- القلب أى أن هناك مقياسين لضغط الدم(حد أقصى - وحد أدنى) .
- يقاس ضغط الدم بواسطة جهاز يسمى مقياس ضغط الدم "جهاز الزئبق" ويتكون من
  - أنبوبة زئبقية ولوحة رقمية يتم معرفة ضغط الدم حسب ارتفاع ضغط الزئبق في الأنبوبة .
  - يستدل عليها من الرقم الموجود على اللوحة حيث يصغى الطبيب أوالممرضة بواسطة السماعة لصوت النبض .
  - يتم تحديد الرقم الدال على انقباض البطينين (الحد الأقصى) مع ظهور الصوت أما الرقم الدال على الانبساط (الحد الأدنى) عندما يختفي الصوت .



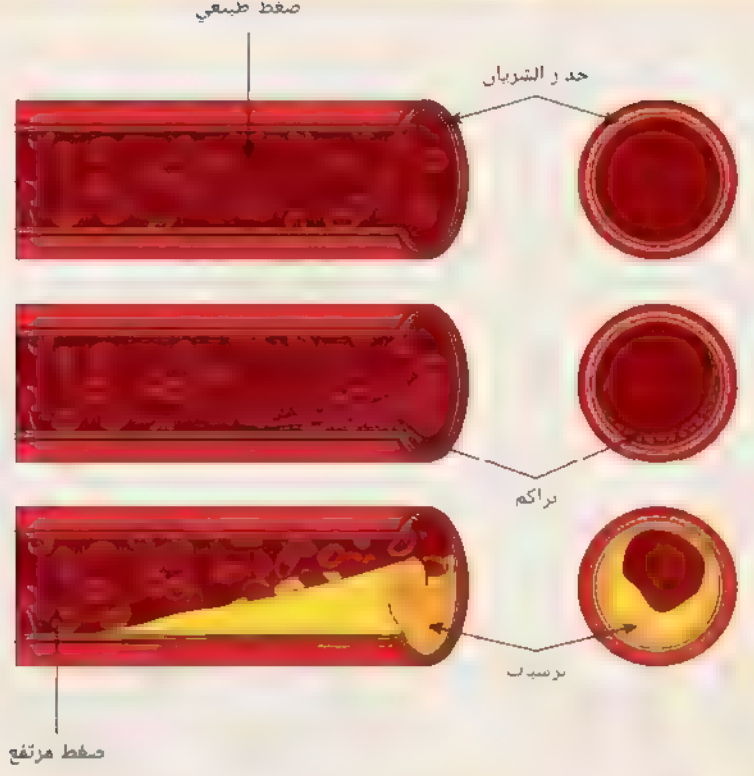
ضغط الدم العادي لدى الإنسان الشاب المعافى١٢٠/٨٠ مم/ زئبق ويدل الرقم ١٢٠ على انقباض البطينين والرقم ٨٠ على ضغط الدم عند انبساط البطينين .



يقل ضغط الدم تدريجيا كلما إبتعدنا عن الشرايين القريبة من القلب ويصل أدنى معدل فى الشعيرات الدموية ضغط الدم فى الشعيرات الدموية والأوردة "١٠مم زئبق وعلى ذلك فإن رجوع الدم في الأوردة يعتمد على الصمامات الموجودة بها والعضلات التى تحيط بتلك الأوردة



يرتفع ضغط الدم رويدًا مع مرور السنين وقد يصل إلى حالة خطيرة إذا لم يعالج ضغط الدم يمكن قياس الضغط عندما ينبض القلب وكذلك بين نبضة وأخرى. وتوجد بعض الأجهزة الرقمية لقياس ضغط الدم, ولكنها لا تكون دقيقة مثل جهاز الزئبق



الشكل 7: مخطط يوضح الفرق بين ضغط الدم في الأوعية الدموية الطبيعية والأوعية الدموية التي تضيق نتيجةً لتراكم الترسبات الدهنية.

الدورة الدموية فى الإنسان

أولاً : الدورة الرئوية " الصغرى

تبدأ من البطين الأيمن وتنتهي في الأذين الأيسر وتتم كالآتي :

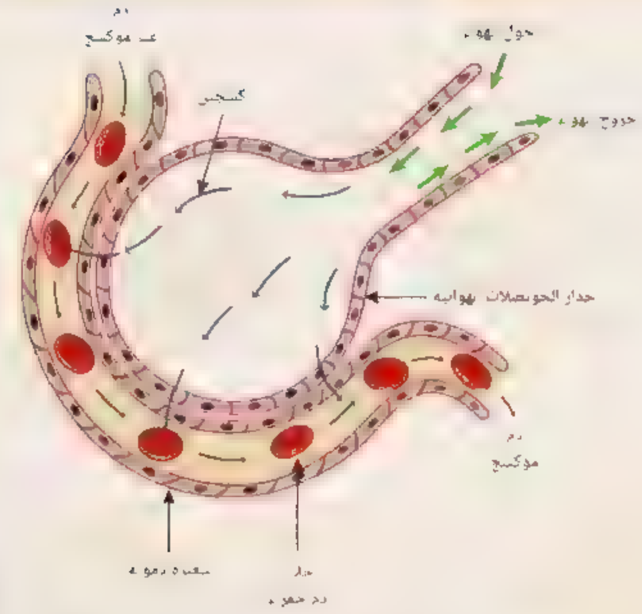
١. عندما ينقبض البطين الأيمن يقفل الصمام الثلاثي الشرفات فتحة الأذين الأيمن

٢. يندفع الدم الغير مؤكسج في الشريان الرئوي عن طريق الصمام الهلالي الذي يمنع رجوع الدم إلى البطين .

٣. يتفرع الشريان الرئوي إلى فرعين يتجه كل واحد منهما إلى رئة ويتفرع فيها إلى عدة تفريعات تنتهي بشعيرات دموية تنتشر حول الحويصلات الهوائية حيث يتم تبادل الغازات. (فيخرج من الدم CO_2 وبخار الماء ويدخل الـ O_2 إلى الدم فيصبح دماً مؤكسجاً)

٤. يعود الدم مؤكسجاً من الرئتين داخل ٤ أوردة رئوية (وريدان من كل رئة) تفتح في الأذين الأيسر

٥. ينقبض الأذين الأيسر فيمر الدم المؤكسج إلى البطين الأيسر عن طريق الصمام ثنائي الشرفات



الشكل 7. شكل يوضح تدفق الدم من خلال شعيرة دمويه في الرئة
يصبح الدم مؤكسج عن طريق امتصاص الأكسجين من الهواء الذي تتنفسه
وينتشر عبر الجدران الرقيقة للشعيرات الدموية

ثانياً : الدورة الجهازية " الجسمية الكبرى

تبدأ من البطين الأيسر وتنتهي في الأذين الأيمن وتتم كالآتي :

١. عندما ينقبض البطين الأيسر يقفل الصمام ثنائي الشرفات فتحة الأذين الأيسر- ويندفع الدم إلى الأورطي عن طريق صمام هلالي لمنع رجوع الدم إلى البطين.

٢. يتفرع الأورطي (الشريان الأبهر) إلى عدة شرايين يتجه بعضها إلى الجزء العلوي من الجسم والبعض الآخر يتجه إلى الجزء السفلي وتتفرع الشرايين إلى فروع أصغر فأصغر تنتهي بشعيرات دموية تنتشر خلال الأنسجة بين الخلايا وتوصل إليها ما يحمله الدم من الـ O_2 وماء وغذاء ذائب.

٣. تنتشر المواد الناتجة من عمليات الهدم مثل CO_2 خلال جدران الشعيرات الدموية وتكون أوردة أكبر فأكبر تصب الدم الغير مؤكسج في الوريدين الأجوفين العلوي والسفلي اللذان يصبان الدم في الأذين الأيمن الذي ينقبض فيصل الدم إلى البطين الأيمن.

ملاحظة : انقباض الجانب الأيمن للقلب يتم في نفس وقت انقباض الجانب الأيسر له وبذلك يضخ الدم الغير مؤكسج من البطين الأيمن في نفس الوقت الذي يضخ فيه الدم المؤكسج في البطين الأيسر .

ثالثاً : الدورة الكبدية البابية :

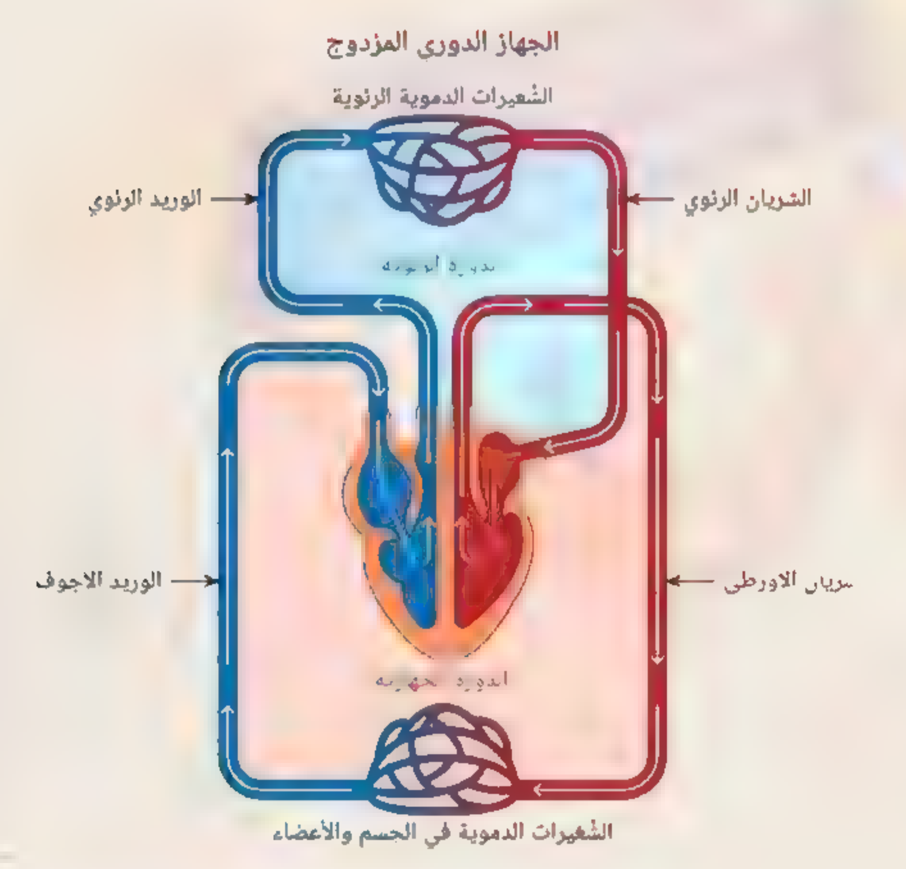
تبدأ من الخملات فى الأمعاء الدقيقة وتنتهي في الأذين الأيمن وتتم كالآتي :

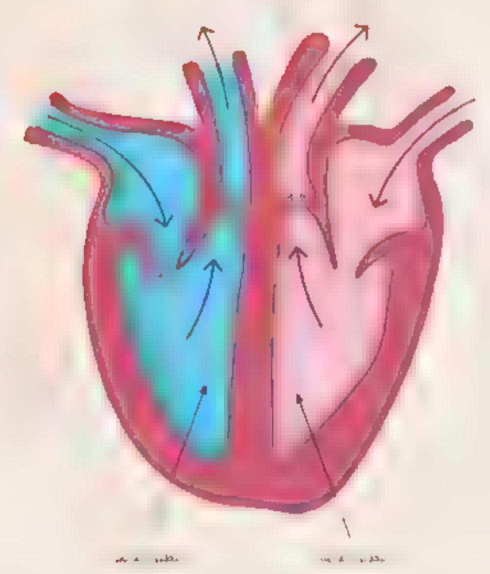
١. بعد عملية امتصاص " الجلوكوز والأحماض الأمينية أي الغذاء المهضوم " بواسطة خملات الأمعاء الدقيقة تنتقل هذه المواد إلى شبكة الشعيرات الدموية التي توجد داخل الخملات .

٢. ثم تتجمع هذه الشعيرات في أوردة أكبر فأكبر حتى تصب محتوياتها في الوريد الكبدي البابي والذي ترد إليه أيضاً أوردة من البنكرياس والطحال والمعدة .

٣. عند دخول الوريد البابي إلى الكبد يتفرع إلى أفرع صغيرة تنتهي بشعيرات دموية دقيقة ترشح خلال جدرانها بعض المواد الغذائية الزائدة عن حاجة الجسم لتصل إلى خلايا الكبد حيث يحدث لها عملية تحول غذائي (مثال : السكر الزائد يتحول إلى نشا حيواني " جليكوجين " في الكبد)

٤. تتجمع الشعيرات الدموية لتكون الوريد الكبدي الذي يخرج من الكبد ليصب محتوياته في الوريد الأجوف السفلي قرب دخوله في الأذين الأيمن .





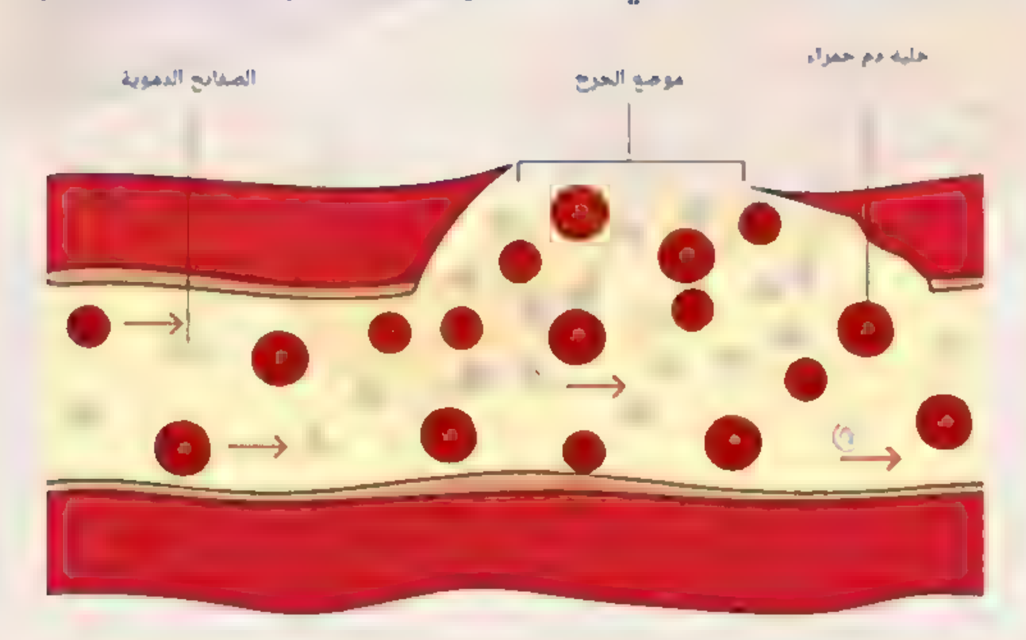
الشكل 4 مخطط يوضح فصل الدم الغني بالأكسجين (باللون الأحمر) عن الدم الغني بثاني أكسيد الكربون (باللون الأزرق) في قلب الإنسان

الجلطة الدموية

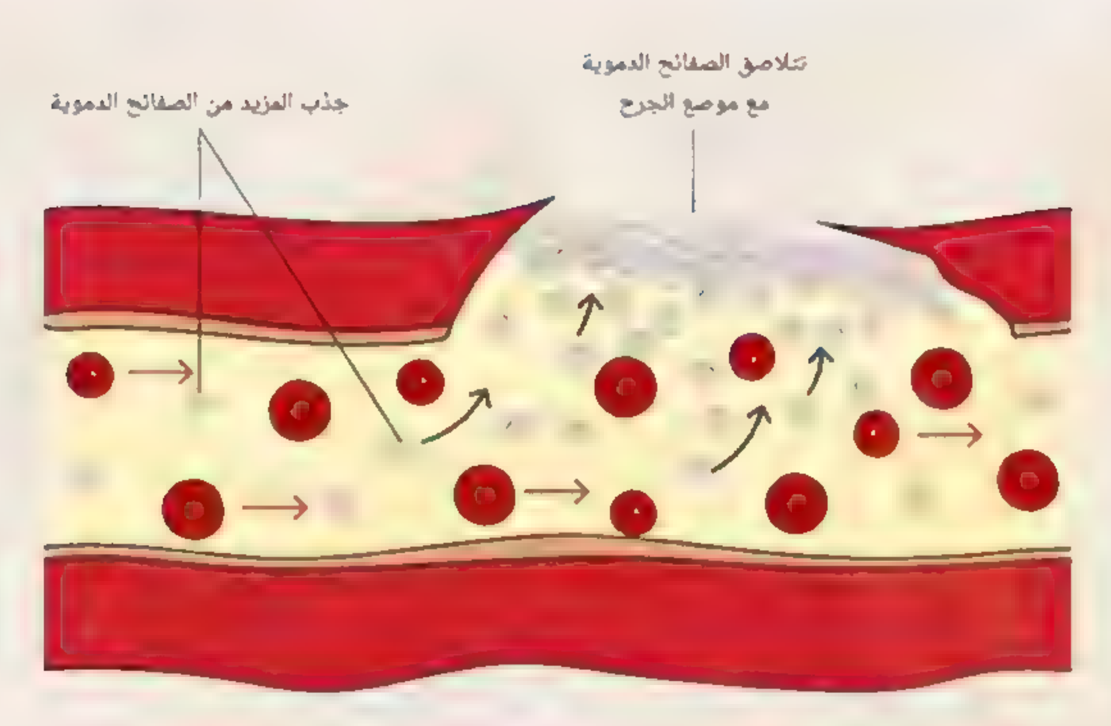
عند قطع أو تمزق الأوعية الدموية - فإن الدم يسارع إلى التجلط ليحمي نفسه من النزف قبل أن يصاب الجسم بصدمة يعقبها الموت .

آلية تكون الجلطة الدموية :

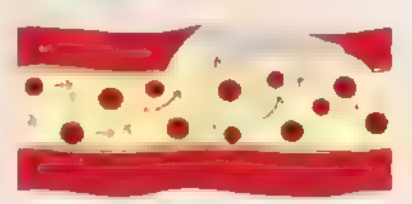
- عندما يتعرض الدم للهواء أو يحتك بسطح خشن مثل الأوعية والخلايا الممزقة فإن : الصفائح الدموية تقوم مع الخلايا التالفة في منطقة الجرح بتكوين مادة بروتينية تسمى " ثرومبوبلاستين " .
- وفي وجود أيونات الكالسيوم Ca^{++} وعوامل تجلط الدم الموجودة في البلازما فإن الثرومبوبلاستين .
- يحفز تحويل البروثرومبين (بروتين يفرزه الكبد ويوجد في الدم) بمساعدة فيتامين k إلى ثرومبين .
- الثرومبين " إنزيم نشط " يحفز عملية تحويل الفبرينوجين (بروتين ذائب في بلازما الدم) إلى فبرين (بروتين غير ذائب) .
- يترسب الفبرين على شكل خيوط متشابكة تتجمع فيها خلايا الدم فيكون الجلطة التي تسد فتحة الوعاء الدموي المقطوع وبذلك يتم وقف نزف الدم .



شكل 1: مخطط يوضح وعاء دمويا مجروحا مع جدار ممزق، حيث تُجذب الصفائح الدموية إلى موضع الجرح



شكل 2: مخطط يوضّح تكوّن سداده
من الصفائح الدموية عند جدار وعاء دموي ممزّق. تُفرز الصفائح الدموية المنشّطة
عوامل تجذب المزيد من الصفائح الدموية إلى موضع الضرر.



يطلق الثرومبوبلاستين المفرز من
الأنسجة المجاورة سلسلة
من التفاعلات الكيميائية الحيوية



يعزّز الفيبرين، وخلايا الدم الحمراء، والمزيد
من الصفائح الدموية المنشطة
سدادة الصفائح الدموية مكوّنة الجلطات

شكل 3: مخطط يوضّح تكوين «شبكة»
الفيبرين التي تحجز خلايا الدم الحمراء والصفائح الدموية وتعزّز
سدادة الصفائح الدموية مكوّنة تجلّطا دمويًا.





شكل 4: مخطط انسيابي يوضح سلسلة التفاعلات الكيميائية الحيوية التي تتضمنها عملية تجلط الدم


تدفُّق الدم بشكل طبيعي


تجلُّط دموي (جلطة)

شكل 5: مخطَّط يوضِّح تجلُّطًا دمويًا أو جلطة داخل وعاء دموي، تمنع تدفُّق الدم بشكل طبيعي.

لماذا لا يتجلط الدم داخل الأوعية الدموية ؟

١. مادام سريان الدم يجري بصورة طبيعية فلا تبطيء سرعتة .
٢. مادامت الصفائح الدموية تنزلق بسهوله داخل الأوعية الدموية فلا تتفتت .
٣. مادام هناك مادة الهيبارين التي يفرزها الكبد وتمنع تحول البروثرمبين الى ثرمبين .

بفرض أن الأوعية الدموية متصلبة وغير مرنة وبدون صمامات

هــل : يستطيع القلب دفع الدم فى الأوعية ..علل إجابتك ؟

الإجابة : لا يستطيع القلب دفع الدم فى الأوعية لأن الجدار غير نابض والدم ما يلبث أن يعود مرة أخرى بسبب غياب الصمامات .

الجهاز الليمفاوي

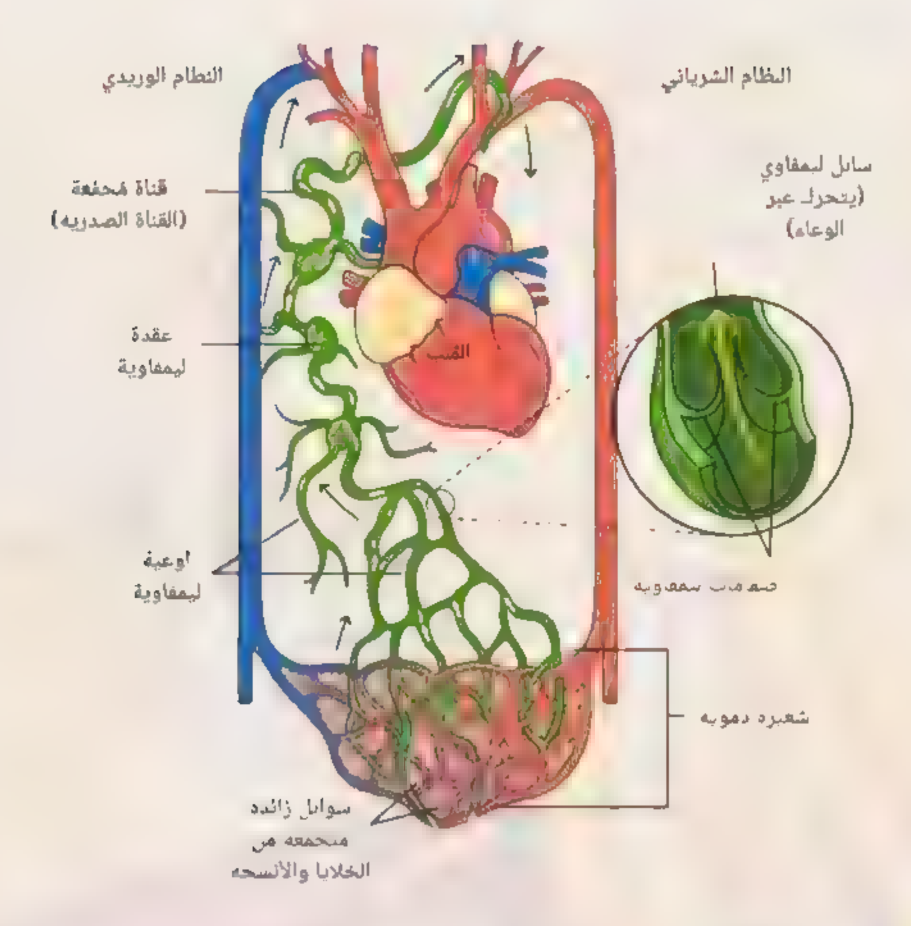
هو الجهاز المناعي لجسم الإنسان لقدرته الدفاعية وإنتاج الأجسام المضادة المسئولة عن إكساب الجسم المناعة .

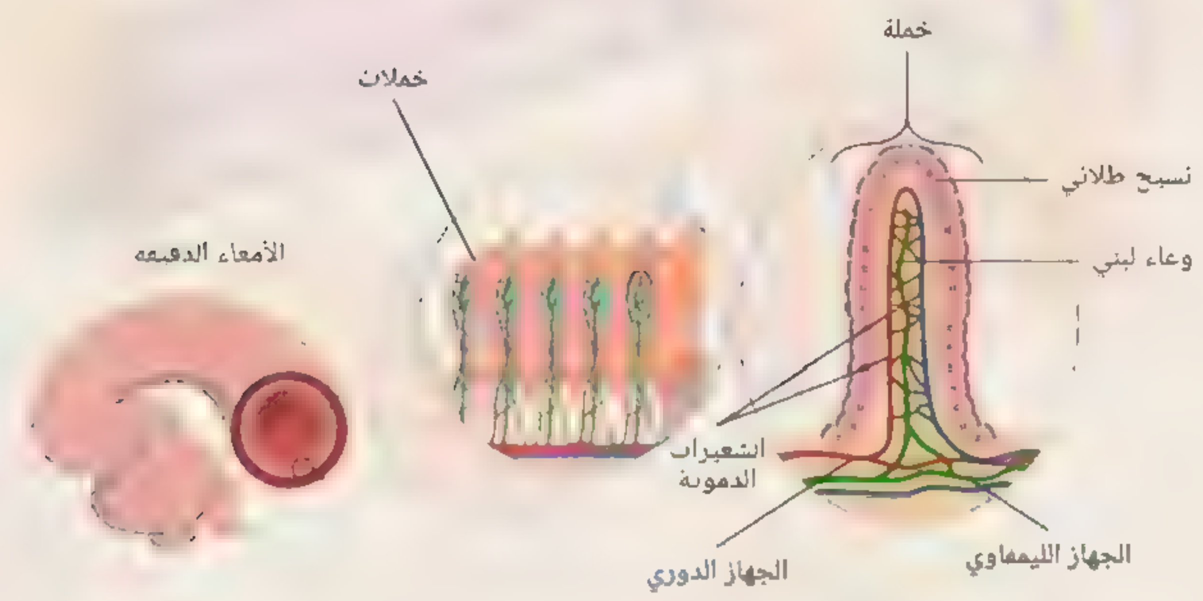
تكوين الجهاز الليمفاوي :

- **الأوعية الليمفاوية :** يحتوى الجهاز الليمفاوي على عدد كبير من الأوعية اللمفاوية تعمل على تجمع سائل يترشح من بلازما الدم أثناء مروره فى الأوعية الدموية ويعرف هذا السائل بالليمف.

مكونات الليمف : يحتوى على جميع مكونات البلازما بالإضافة إلى عدد كبير من خلايا الدم البيضاء .

العقد الليمفاوية : تتواجد على مسافات معينة بطول الأوعية اللمفاوية وتعتبر كمصاف يمر خلالها الليمف حيث تعمل هذه العقد على القضاء على الميكروبات بما تنتجه من كريات الدم البيضاء يعتبر الطحال من أهم الأعضاء الليمفاوية بالجسم .





الشكل 5: الشعيرات الليمفاوية تسمى الأوعية اللبنية في خملات الأمعاء الدقيقة.

حذع لمفاوي
وريد
عقده ليمفاويه
شريان
شبكه الشعيرات الدموية
خلية نسيج
سائل نسيجي
شعيرات ليمفاوية

الشكل 6: هذا المخطط يوضّح كيف أن الجهاز الدوري حلقة دائرية، في حين أن الجهاز الليمفاوي جهاز خطي مفتوح.


الفصل 3
عنوان الفصل
التنفس فى الكائنات الحية

التنفس

التنفس يطلق على عملية حصول الكائن الحى على الاكسجين مباشرة او عن طريق جهاز تنفسى

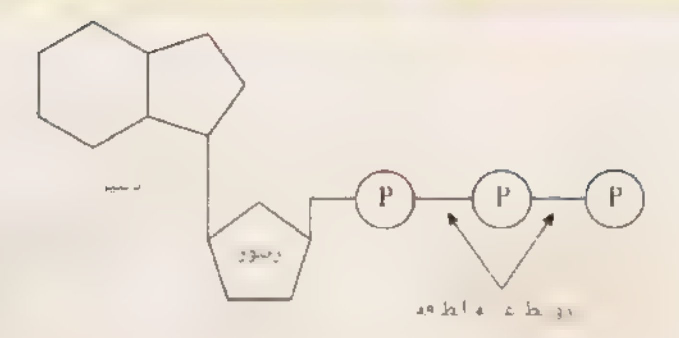
التنفس الخلوي

العملية التي تستخلص بها خلايا الكائن الحي الطاقة اللازمة لنشاطها من الطاقة المخزنة في الروابط الكيميائية لجزيئات الطعام التي يصنعها النبات أو يتناولها الحيوان.

تنفس خلوى	
$C_6H_{12}O_6 + 6O_2$ (جلوكوز) $\longrightarrow$	$6CO_2 + 6H_2O +$ طاقة

بناء ضوئى	
$6CO_2 + 6H_2O +$ طاقة $\longrightarrow$	$C_6H_{12}O_6 + 6O_2$ (جلوكوز)

- يعبر عن جزئ الغذاء دائما بالجلوكوز عند ايضاح اسلوب وطريقة انحلاله نظرا لان اغلب خلايا الكائنات الحية تستخدم الجلوكوز لانتاج الطاقة اكثر من استخدام أى جزئ اخر متوفر .
- المنطلقة من تكسير الروابط الكيميائية في جزئ الجلوكوز تخزن في مركبات خاصة تسمى عملة الطاقة وهي جزئيات ATP العملة الدولية للطاقة .



شكل 1 رسم يوضح تركيب الادينوسين ثلاثي الفوسفات (ATP)

تركيب جزئ ATP

يتكون ATP من ثلاث وحدات هي :

١. الأدينين (قاعدة نيروجينية) .

٢. سكر الريبوز (خماسي الكربون) .

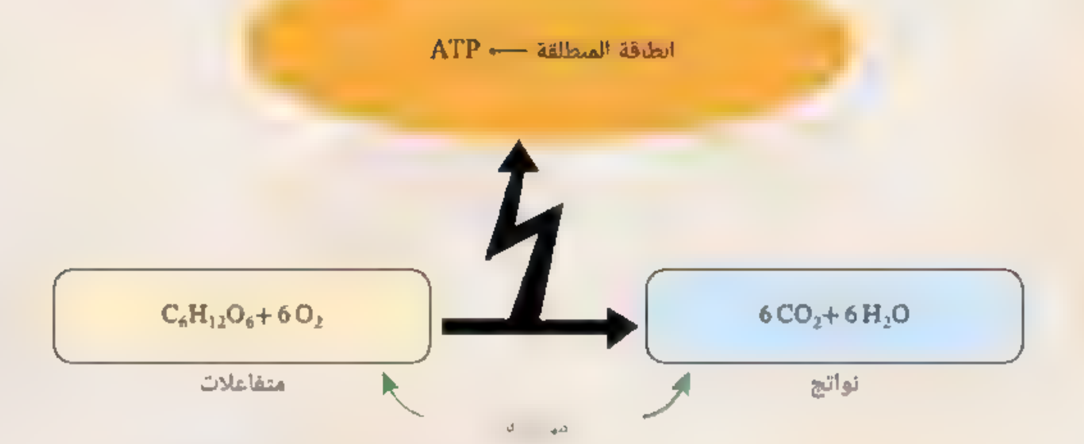
٣. ثلاث مجموعات فوسفات .

- عندما يتحول ATP (ادينوسين ثلاثى الفوسفات) إلى ADP (أدينوسين ثنائى الفوسفات) تنطلق طاقة حوالي من ٧ إلى ١٢ سعر حراري كبير لكل مول .
- تبدأ عملية التنفس الخلوى بجزئ الجلوكوز .
- معادلة التنفس الخلوي يتضح فيها كمية الطاقة الناتجة من مول واحد من الجلوكوز

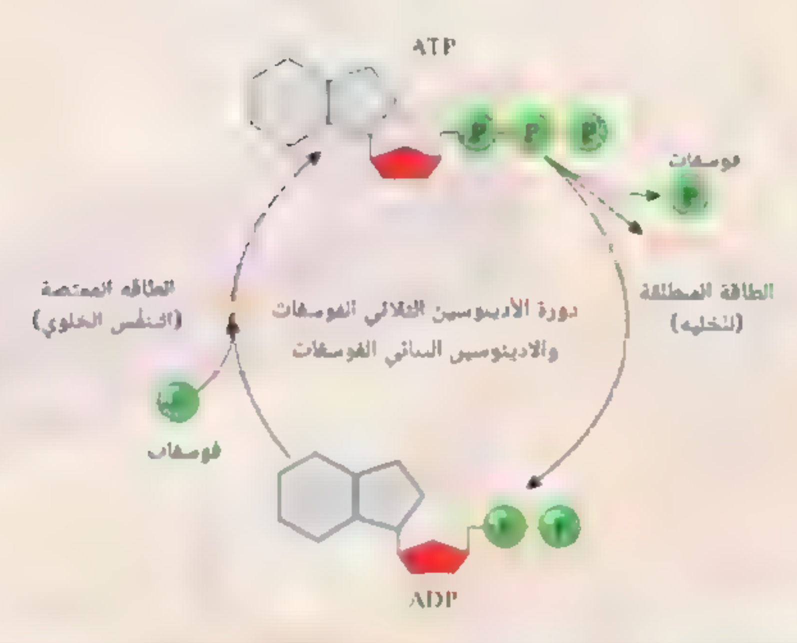


شكل 2: شكل يوضح المتفاعلات والنواتج المتصفنة في عملية التنفس الخلوي. تنقل الطاقة التي يطلقها هذا التفاعل إلى جزيء يسمى الأدينوسين الثلاثي الفوسفات (ATP)

شكل 3: متفاعلات التنفس الخلوي لموضحة باللون الاصفر، تأتي من الهواء الذي نتنفسه والطعام الذي نتناوله. يحدث التنفس الخلوي في المقام الأول داخل الميتوكوندريا في خلايانا.



شكل 7: شكل يوضح المعادلة الكيميائية الموزونة للتنفس الخلوي.



شكل 5 شكل يوضح العلاقة بين الادينوسين الثلاثي الفوسفات (ATP) والادينوسين الثنائي الفوسفات (ADP)

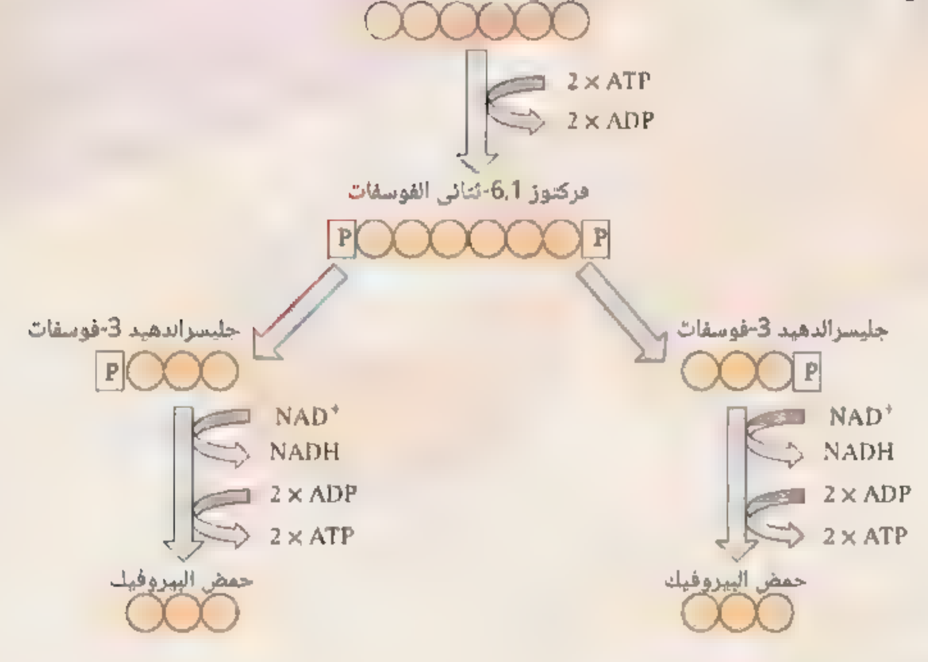
تتم عملية أكسدة الجلوكوز وتحرير الطاقة في الميتوكوندريا على ثلاث مراحل

1. مرحلة انشطار الجلوكوز .
2. دورة كربس .
3. سلسلة نقل الإلكترون .

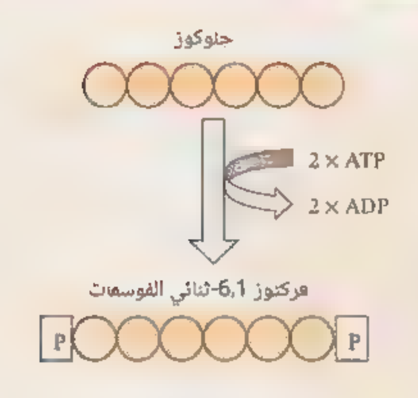
- يحدث انشطار الجلوكوز في الجزء غير العضي من السيتوبلازم والمعروف بالسيتوسول .
- أما خطوات دورة كربس وسلسلة نقل الإلكترونات فتحدث داخل الميتوكوندريا حيث توجد :
  - إنزيمات تنفس
  - ماء
  - فوسفات
  - إنزيمات مساعدة
  - جزيئات حاملات الإلكترونات (السيتوكرومات) التي تحمل الإلكترونات على مستويات الطاقة المختلفة حيث تزال ذرات الهيدروجين اثناء التفاعل لتمر الى مساعدات الإنزيم (FAD-NAD)

أولاً: مرحلة انشطار الجلوكوز

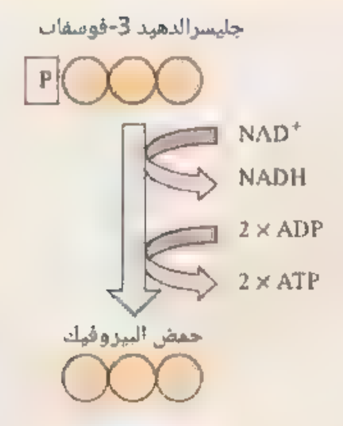
تحدث هذه المرحلة في حالتي التنفس الهوائي والتنفس اللاهوائي (لا تحتاج O_2) ينشطر جزئ الجلوكوز الى جزيئين من حمض البيروفيك (ثلاثي الكربون) مارا بمجموعة من التفاعلات.



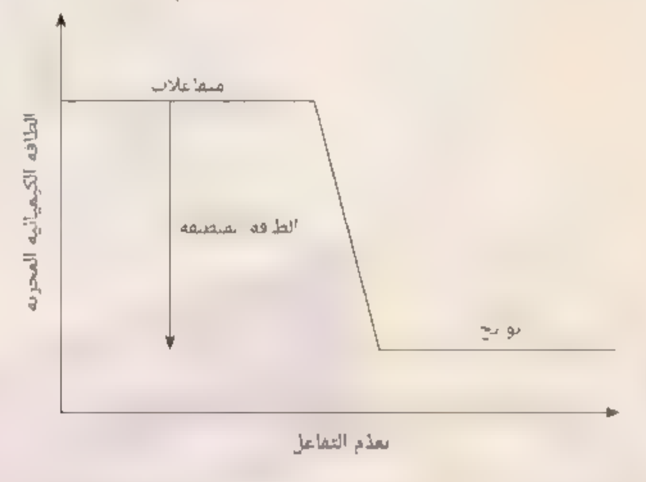
الشكل 3: مخطط مبسط يوضح التفاعلات التي تحدث أثناء عملية تحلُّل الجلوكوز.
تمثل الدوائر البرتقالية عدد ذرات الكربون في كل مركب.
ويمثّل الحرف P مجموعات الفوسفات.



الشكل 4: مخطط مبسط يوضح عملية فسفرة الجلوكوز لتكوين الفركتوز 6،1-الثنائي الفوسفات. ثمنح مجموعتا الفوسفات بواسطة جزيئين ATP.



الشكل 5: مخطط مبسط يوضح مجموعة التفاعلات التي ينتج عنها تكوّن حمض البيروفيك من جزيء جليسرالدهيد 3-فوسفات. يتكوّن أيضًا خلال هذه العملية جزيء NAD المختزل أو NADH وجزيئان من ATP.



شكل 4. تمثيل بياني يوضح تفاعلًا طاردًا لحرارة. تنطلق الطاقة بينما يتقدم التفاعل بدءًا من المتفاعلات وصولًا إلى النواتج.

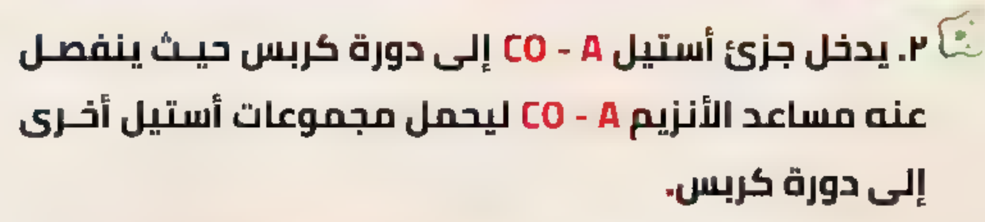
ثانيًا دورة كربس : اول من وصفها هو السير هانز كربس ومنح عنها جائزة نوبل.

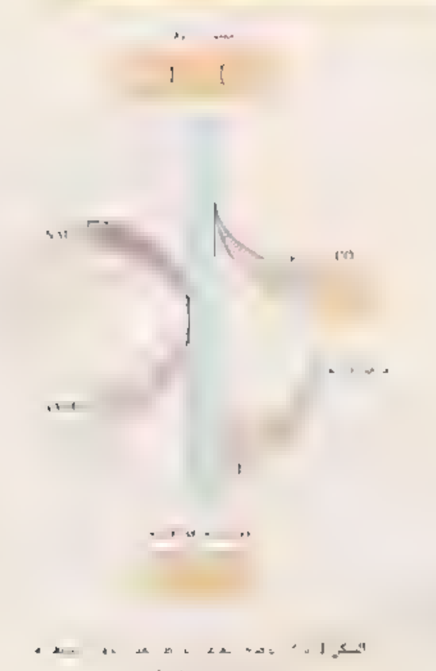
خطوات دورة كربس :

بعد انشطار الجلوكوز في السيتوسول إلى ٢ جزئ حمض بيروفيك

١. يتحول كل جزئ من حمض البيروفيك في وجود مساعد الأنزيم (CO – A) إلـى أسـتيل مساعد الانزيم (أ) (Acetyle CO – A) وينتج عن ذلك (2NADH-2CO2)

- **يمكن أن تنتج مجموعات أستيل من تكسير الأحماض الدهنية والأحماض الأمينـة وتتحد مع مساعد الأنزيم CO- A لتلتحق بدورة كربس**





٢. يدخل جزئ أستيل CO - A إلى دورة كربس حيث ينفصل عنه مساعد الأنزيم CO - A ليحمل مجموعات أستيل أخرى إلى دورة كربس.

٣. تتحد مجموعة الأستيل (ثنائي الكربون 2C) مع حمض الأكسالوأستيك (رباعي الكربون 4C) لينتج حمض الستريك (سداسي الكربون 6C)

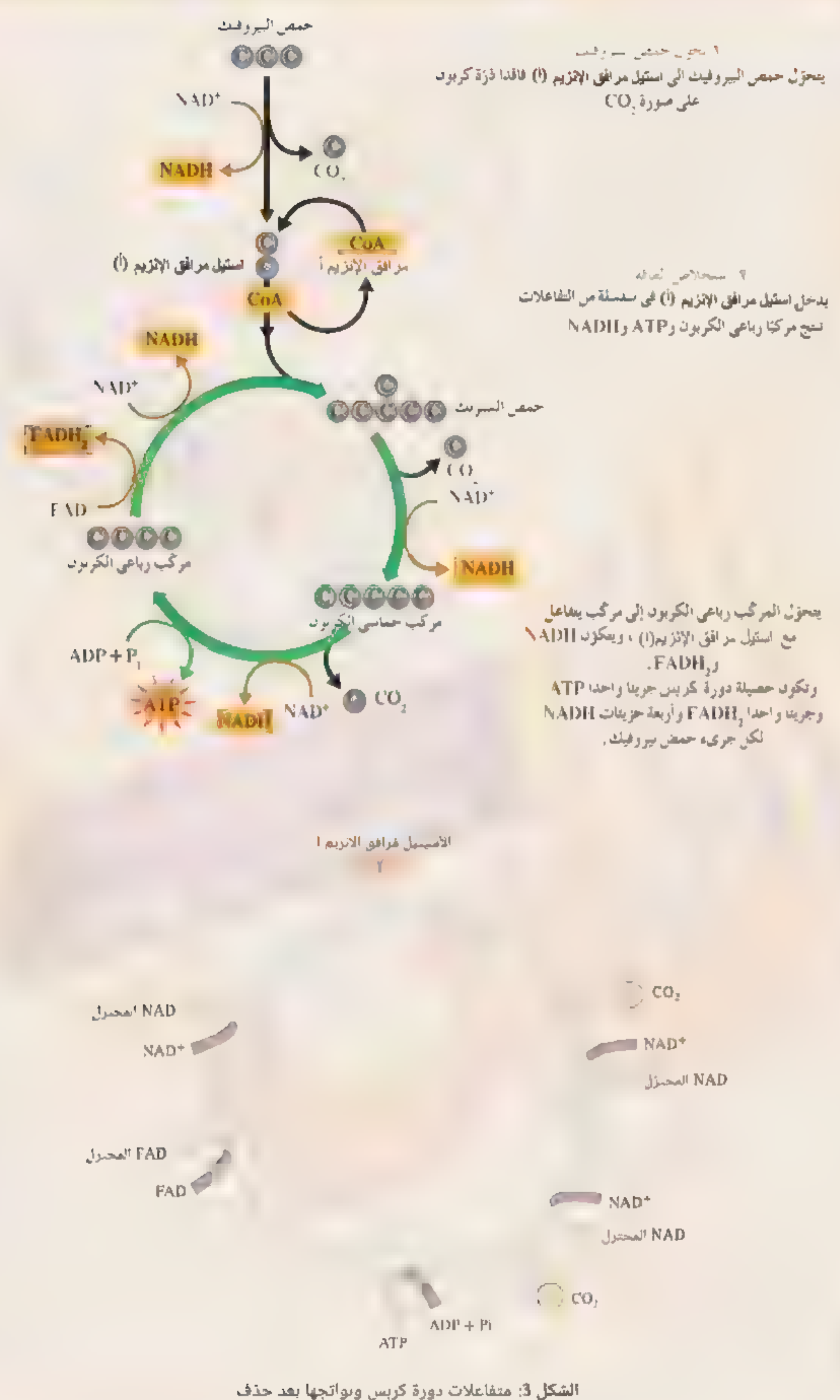
٤. يمر حمض الستريك بعدد من المركبات الوسطية هي حمض كيتوجلوتاريك ثم حمض ساكسينك ثم حمض ماليك لتنتهي التفاعلات بحمض اكسالوأستيك الذي يرتبط مع مجموعة أستيل جديدة مكونًا حمض الستريك مرة أخرى (لذلك تسمى دورة كربس بدورة حمض الستريك) .

٥. يتحرر أثناء الدورة (FADH-3NADH-ATP-2Co2) .

٦. تتكرر دورة كربس مرتين لكل جزئ من الجلوكوز حيث يعطي جزئ الجلوكوز ٢ جزئ مجموعة أستيل وبالتالي تتضاعف المواد المتحررة عن الدورة وتصبح : (4Co2-6NADH-2FADH-2ATP) .



دورة كربس لا تتطلب وجود الأكسجين لأن الأكسدة تتم من خلال فقد الإلكترونات التي تستقبلهامركبات (NADH-FADH) .



الشكل 3: متفاعلات دورة كربس ونواتجها بعد حذف المركّبات الوسيطة

ثالثًا : سلسلة نقل الإلكترون :

هي المرحلة الأخيرة من التنفس الهوائي، تتم مع نهاية دورة كربس حيث يمر الهيدروجين والإلكترونات (ذات طاقة عالية) والمحمولة على كل من (NADH-FADH) خلال تتابع من مساعدات الإنزيمات الموجودة في الغشاء الداخلي للميتوكوندريا تسمى السيتوكرومات أو حاملات الإلكترونات .

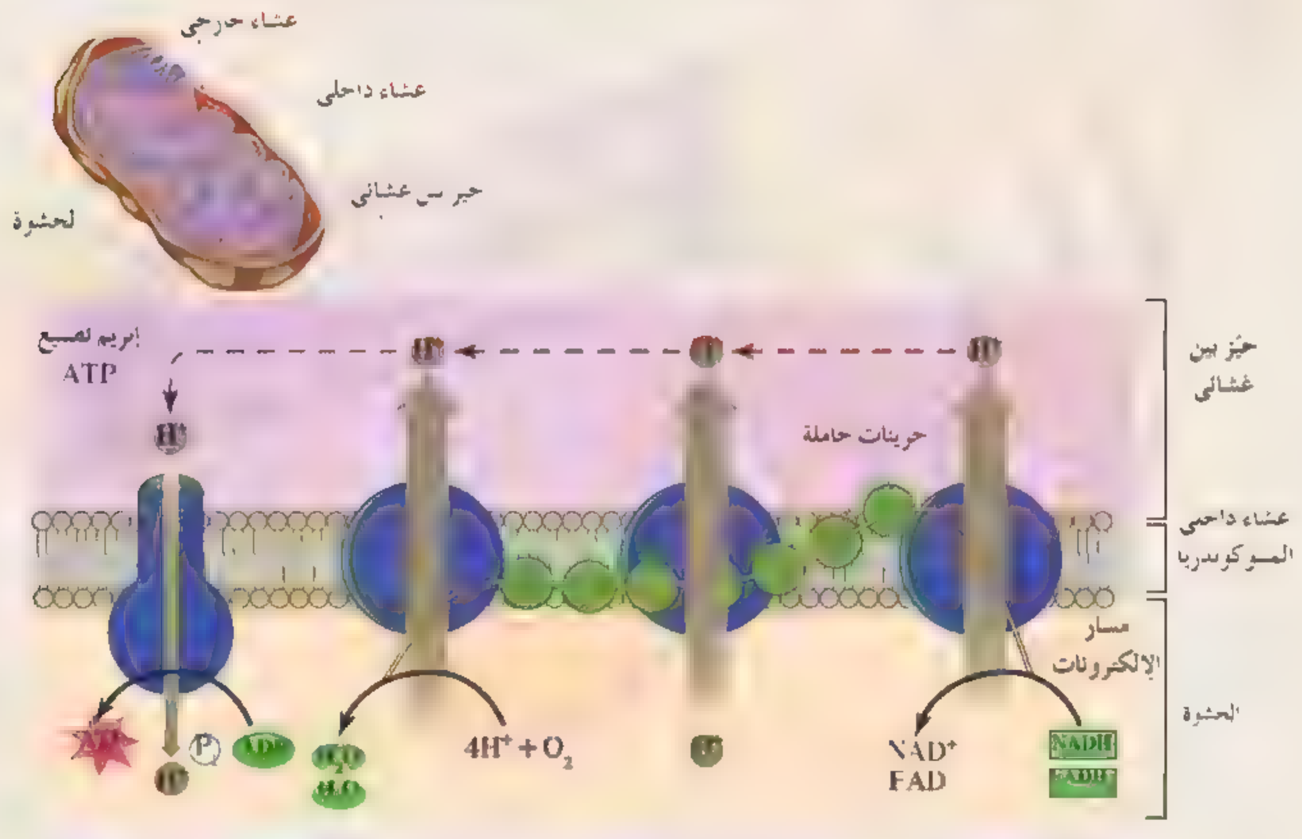
السيتوكرومات : الإلكترونات في مستويات طاقة مختلفة .

تمر الإلكترونات من سيتوكروم إلى سيتوكروم أخر .

يصاحب ذلك انطلاق طاقة تخزن في مركبات ATP .

الفسفرة التأكسدية :

تكوين مركبات ATP من اتحاد مجموعة فوسفات مع ADP في وجود الطاقة المنطلقة من حركة الإلكترونات على السيتوكرومات ATP .... ADP + P + E .



تتحرر الإلكترونات من مركبات NADH و $FADH_2$، وتبدأ سلسلة نقل الإلكترون.

تمر الإلكترونات عبر الجزيئات الحاملة. تستخدم طاقتها لدفع أيونات الهيدروجين H^+ عبر الغشاء الداخلي مكوّنة منحدرًا للتركيز .

المستقبل النهائي للإلكترونات هو الأكسجين الذي يكون بعد ذلك جزيء ماء باتحاده مع أيونات الهيدروجين H^+ الحرة .

كما في عملية البناء الضوئي، يستخدم إنزيم تصنيع ATP انتشار أيونات الهيدروجين المسانده بحسب منحدر التركيز لتكوين جزيئات ATP .

"يستقبل الأكسجين الإلكترونات (كل ذرة أكسجين تستقبل ٢ إلكترون وتصبح أيون سالب .

"يتحد أيون الأكسجين السالب مع ٢ أيون هيدروجين موجب لتكوين جزء ماء

وبناء على ذلك يمكننا حساب عدد جزئيات ATP الناتجة من أكسدة جزئ واحد من الجلوكوز في عملية التنفس الهوائي كالآتي :

١- ينتج ٤ ATP أثناء تحول ٢ جزئ فوسفوجليسرالدهيد إلى ٢ جزئ حمض البيروفيك (يستهلك منها ٢ ATP أثناء انشطار الجلوكوز إلى ٢ جزئ فوسفوجليسرالدهيد ويبقى ATP٢) .

٢- ينتج أثناء مرحلة انشطار الجلوكوز 2NADH التي ينتج عنها في سلسلة نقل الإلكترون 6ATP .

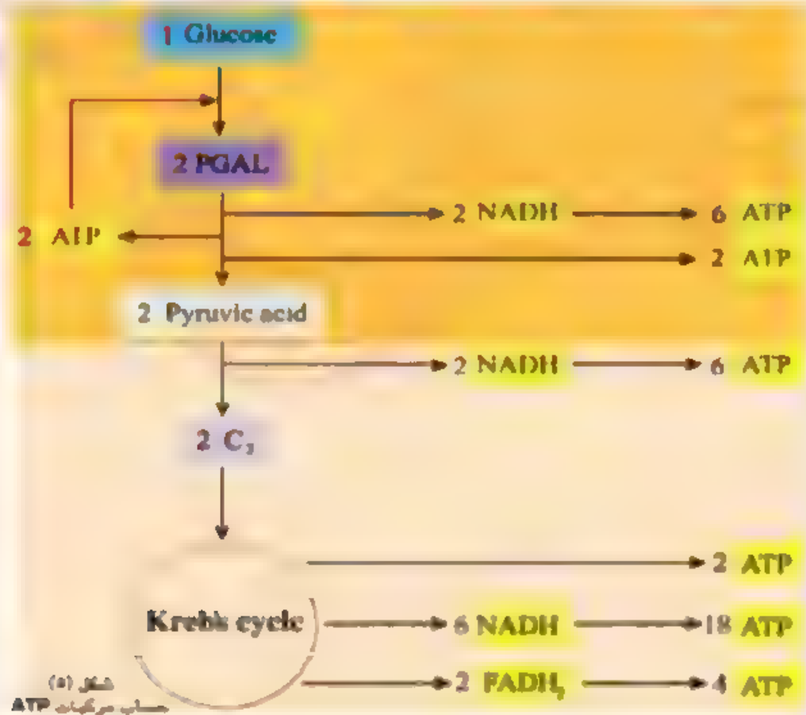
٣- ينتج 2NADH أثناء أكسدة ٢ جزئ حمض البيروفيك إلى ٢ جزئ أستيل والتي ينتج عنها في سلسلة نقل الإلكترون6ATP .

يصبح عدد جزئيات ATP = 14 في المرحلة ما قبل دورة كربس .

٤- ينتج أثناء دورة كربس (التي تتكرر مرتين) 6NADH-2FADH-2ATP .

يصبح عدد جزئيات ATP=24 في مرحلة دورة كربس .

وبذلك تصبح الطاقة المنطلقة من أكسدة جزئ جلوكوز واحد بالتنفس الهوائي 38ATP .



التنفس اللاهوائي :

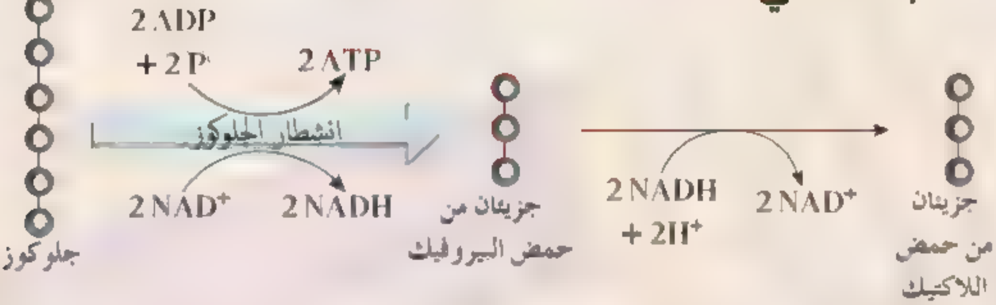
- تنفس بعض الكائنات الحية مثل البكتريا والخميرة تنفسًا لا هوائيًا وذلك في حالة نقص أو إنعدام الأكسجين .

عملية التخمر لا تحتاج أكسجين ولكنها تتم في وجود مجموعة من الإنزيمات .

١- تمر عملية التنفس اللاهوائي بنفس المراحل الأولى من التنفس الهوائي حيث يحدث انشطار الجلوكوز وتكوين ٢ جزئ حمض بيروفيك وينتج عن ذلك 2ATP يعاد استهلاك 2NADH الناتجة أثناء انشطار الجلوكوز .

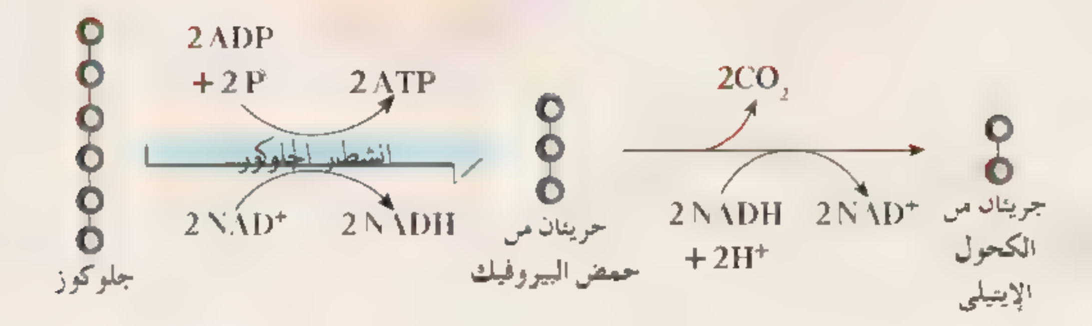
٢- يتحد تحول حمض البيروفيك في التنفس اللاهوائي حسب نوع الخلية .

في الخلايا الحيوانية (مثل خلايا العضلات) تلجأ إلى التنفس اللاهوائي عند نقص الاكسجين يتحول حمض البيروفيك إلى حمض اللاكتيك الذي يتراكم في العضلات مسببًا التعب العضلي .



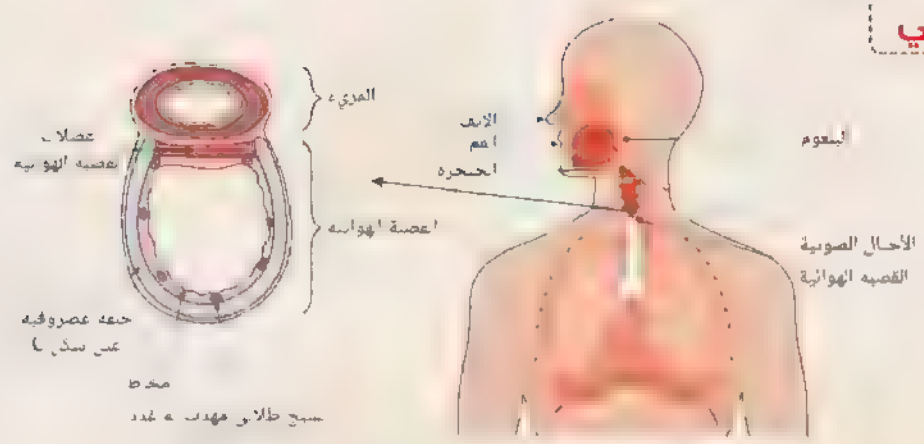
في بعض أنواع من البكتيريا يتحول حمض البيروفيك إلى حمض اللاكتيك (مثل بكتيريا الزبادي) يعرف ذلك بالتخمر الحمضي .

في فطر الخميرة وبعض أنسجة النباتات يتحول حمض البيروفيك إلى كحول إيثيلي وينطلق (CO_2) يعرف ذلك بالتخمر الكحولي .



التنفس في الانسان

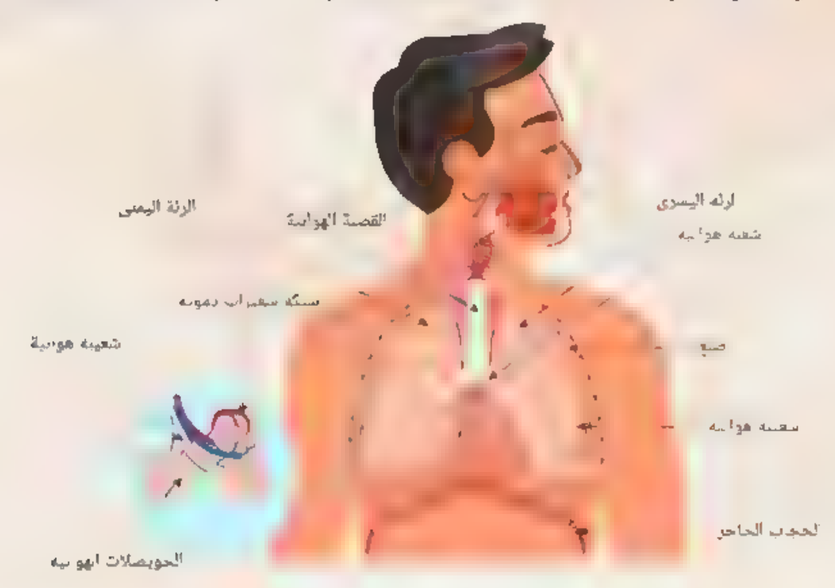
الجهاز التنفسي



الشكل 2. شكل يوضح الأجزاء العليا للجهاز التنفسي، ومقطع عرضي للقصبة الهوائية والمريء

يتكون من :

- **الأنـــف:** مـــبطن بشـــعيرات دمويـــة كثيـــرة وشـــعيرات ويفـــرز مخـــاط .
- **البلعـــــوم:** طريـــــق مشـــــترك لكـــــل مـــــن الهـــــواء والمـــــاء .
- **القصـبة الهوائيـة:** مـزودة بحلقـات غضـروفية وتبـدأ بـالحنجرة (صـندوق الصـوت) .
- **الشعبتين الهوائيتين:** تدخل كل شعبة في رئة وتتفرع بداخلها إلـى شـعيبات تنتهـي بتفرعـــات دقيقـــة تتصـــل بأكيـــاس تســـمى الحويصـــلات الهوائيـــة .
- **الرئتين:** تحتوي على الحويصلات الهوائية التي يصـل عـددها فـي كـل رئـة حـوالي ٦٠٠ مليون حويصلة وجدرها رقيقة تحيط بها شعيرات دموية كثيفة) .



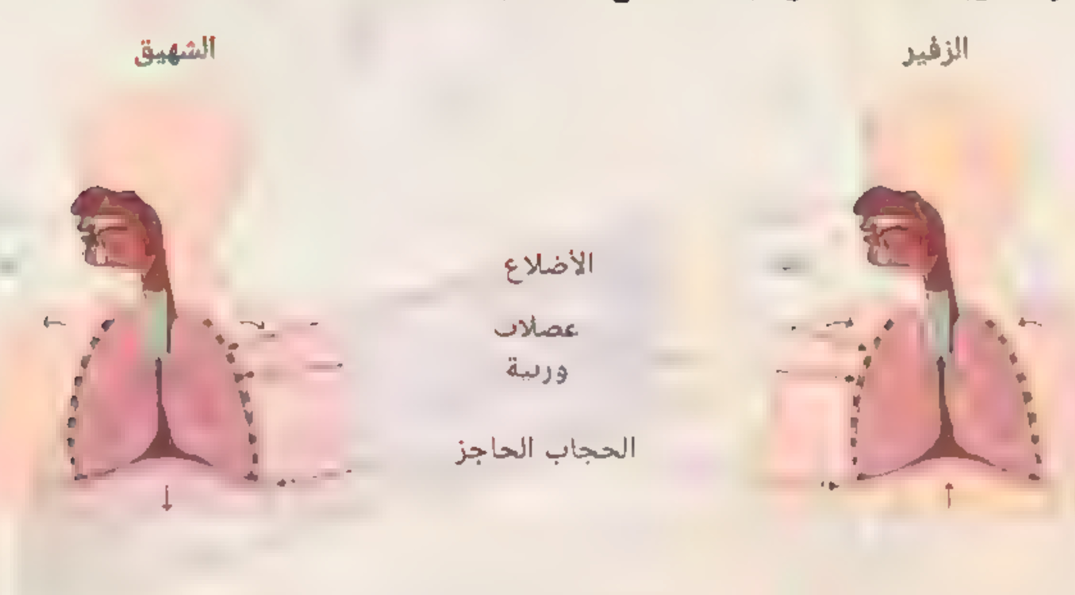
الشكل 3: شكل يوضح تشريح الجزء السفلي من الجهاز التنفسي وصورة مكبرة لنهاية إحدى الشعيبات الهوائية الطرفية التي تنتهي بحزمة من الحويصلات الهوائية

الملائمة الوظيفية للجهاز التنفسى :

١- يحتوي الأنف على شعيرات دموية كثيرة (لتدفئة الهواء الداخل إلى الرئتين) ومخاط (يرطب الأنف) وشعيرات (تعمل على ترشيح الهواء من الأتربة) .

٢- تحتوي القصبة الهوائية على حلقات غضروفية (تجعلها مفتوحة باستمرار) وتبطن من الداخل بأهداب تتحرك من أسفل إلى أعلى (لطرد الأجسام الغريبة التي تدخل مع الهواء) .

٣- جدر الحويصلات الهوائية رقيقة ومحاطة بشبكة كثيفة من الشعيرات الدموية (حتى يتم تبادل الغازات ويحصل الدم على الأكسجين من الحويصلات الهوائية) لذا تعتبر جدر الحويصلات الهوائية أسطح تنفسية فعلية .



الشكل 4: شكل يوضح حركة الأضلاع والحجاب الحاجز التي تصاحب عمليتي الشهيق والزفير.



التنفس في النبات



الشكل 1: شكل يوضح البلاستيدات الخضراء والميتوكوندريا في خلية نباتية.

يخزن النبات الطاقة في جزئيات الغذاء الذي يكون بعملية البناء الضوئي وعند احتياج النبات لقدر من هذه الطاقة يقوم بتحريرها من جزئيات الغذاء في سلسلة من التفاعلات (تسمى دورة كربس)

أنواع التنفس في النبات :

١- تنفس هواء (يتم في وجود الأكسجين)

٢- تنفس لا هوائي (يتم في غياب الأكسجين)

التنفس في النبات يتم بصورة مباشرة :

في كثير من النباتات البسيطة ينتشر $O2$ إلى داخل الخلايا وينتشر $Co2$ إلى خارجها.

في النباتات الوعائية يصل الأكسجين إلى الخلايا من خلال طرق مختلفة مثل ثغور الأوراق .

٢- أنابيب اللحاء

٣- الجذور

٤- التشققات والعديسات

ويتخلص النبات من $Co2$ الناتج من التنفس بالانتشار المباشر من الخلايا المعرضة مباشرة للهواء - أما الخلايا البعيدة فتمرر $Co2$ إلى الخشب أو اللحاء ثم إلى الثغور ثم إلى الخارج .



الشكل 3: شكل يوضح الثغور الموجودة على سطح الورقة، والتي تلعب دورا في عمليتي تبادل الغازات والنتح.

الشكل 4: شكل يوضح الشعيرات الجذرية للنبات وكيف تمتد إلى الفراغات الهوائية في التربة.

علاقة البناء الضوئي بالتنفس في النبات



الشكل 2: شكل يوضح العلاقة بين عملية البناء الضوئي وعملية التنفس الخلوي في النباتات.

- الأكسجين الناتج من عملية **البناء الضوئي** في **البلاستيدة** يستخدمه النبات في تحرير الطاقة من المواد العضوية أثناء عملية **التنفس** في **الميتوكوندريا** .
- **ثاني أكسيد الكربون** الناتج من عملية **التنفس** يستخدم النبات في عملية **البناء الضوئي**، أي أن ما يتم في **البلاستيدة ينعكس** في **الميتوكوندريا** .

تجربة لايضاح انطلاق Co2 خلال التنفس الهوائي

أ - تنفس الأجزاء النباتية الخضراء :



الشكل 6 تجربة توضح العلاقة بين عملية التنفس وعملية البناء الضوئي في النباتات.

الشكل 5 تجربة توضح عملية التنفس في النباتات.
وضع نبات صغير مزروع في أصيص، وكوب من ماء الجير معًا، داخل ناقوس زجاجي مغطى بقطعة قماش سوداء سميكة لمدة 24 ساعة.



خطوات :

1. نضع نبات أخضر مزروع في أصيص أسفل ناقوس زجاجي ونضع أيضًا معه كأسًا يحتوي ماء جير رائق.
2. نغطي الناقوس الزجاجي بقطعة قماش سوداء.
3. نضع أصيص خالي من النبات ومعه كأس به ماء جير وننكس فوقهما ناقوس زجاجي مغطى بقماش أسود أيضًا.
4. نضع كاسًا به ماء جير رائق في الهواء.
5. نترك هذه الأجهزة فترة من الوقت.

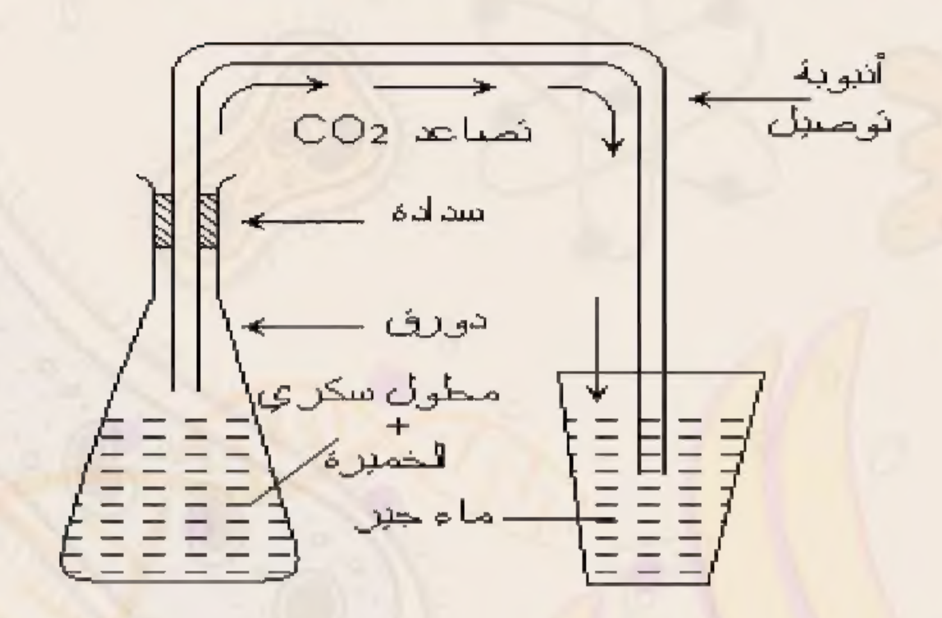
الملاحظة :

- يتعكر ماء الجير في الكأس الموجودة بجوار النبات أسفل الناقوس ولا يتعكر ماء الجير الموجود في الكأس اسفل الناقوس المغطي بقماشه سوداء (أو يكون التعكير بسيط)

الاستنتاج :

- النبات المزروع في الأصيص تنفس وأخرج ثاني أكسيد الكربون الذي عكس ماء الجير- سبب تغطية الناقوس بقماش أسود حتى لا يقوم النبات بعملية البناء الضوئي ويستهلك ثاني أكسيد الكربون الناتج من التنفس.
- سبب عدم تعكر ماء الجير في الكأسين الآخرين يرجع إلى ضآلة نسبة ثاني أكسيد الكربون سواء في الهواء الجوي أو في هواء الناقوس.
- نستنتج من ذلك أن النبات الأخضر يتنفس وينطلق عن ذلك ثاني أكسيد الكربون .

تجربة توضح عملية التخمر الكحولي(التنفس اللاهوائي)



الخطوات :

١. نضع محلول سكري من العسل الأسود المخفف بضعف حجمه من الماء في دورق .
٢. ونضيف إليه قدر من الخميرة (من الفطريات) .
٣. نسد الدورق بسدادة تنفذ منها أنبوبة توصيل نغمر طرفها في كأس به ماء جير
٤. نترك الجهاز عدة ساعات في مكان دافئ .

الملاحظة :

- تتصاعد فقاعات تعكر ماء الجير ونشم رائحة من محتويات الدورق .

الاستنتاج :

- تعكر ماء الجير دليل على تصاعد غار ثاني أكسيد الكربون (ينتج من تنفس فطر الخميرة)
- الرائحة التي نشمها هي رائحة الكحول (ينتج من تنفس فطر الخيمرة) .
- نستنتج من ذلك أن فطر الخميرة يتنفس لا هوائيًا ونتيجة هذا التنفس تصاعد غاز
- ثاني أكسيد الكربون وتكون الكحول الإيثيلي لذا يطلق على هذا النوع من التنفس اسم (التخمر الكحولي) .